

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07269

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁷ C10B57/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁷ C10B57/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI/L (DIALOG)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 57-162778, A (Mitsubishi Kasei Kogyo K.K.), 06 October, 1982 (06.10.82), esp., Claims; Tables 1,2 (Family: none)	1,4,6,9
X	JP, 52-23106, A (Nippon Steel Corporation), 21 February, 1997 (21.02.97), esp., Claims; Tables 1-3 (Family: none)	1,4,6,9
X	JP, 54-117501, A (Nippon Steel Corporation), 12 September, 1979 (12.09.79), esp., Claims; Tables 2,3 (Family: none)	1,4,6,9
X	JP, 7-268349, A (Nippon Steel Corporation), 17 October, 1995 (17.10.95), Claims; Table 1 (Family: none)	1,4,6,9
A	JP, 9-255967, A (Nippon Steel Corporation), 30 September, 1997 (30.09.97), esp., page 3, right column, Table 2 (Family: none)	1-10
A	JP, 11-181441, A (NKK Corporation), 06 July, 1999 (06.07.99),	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

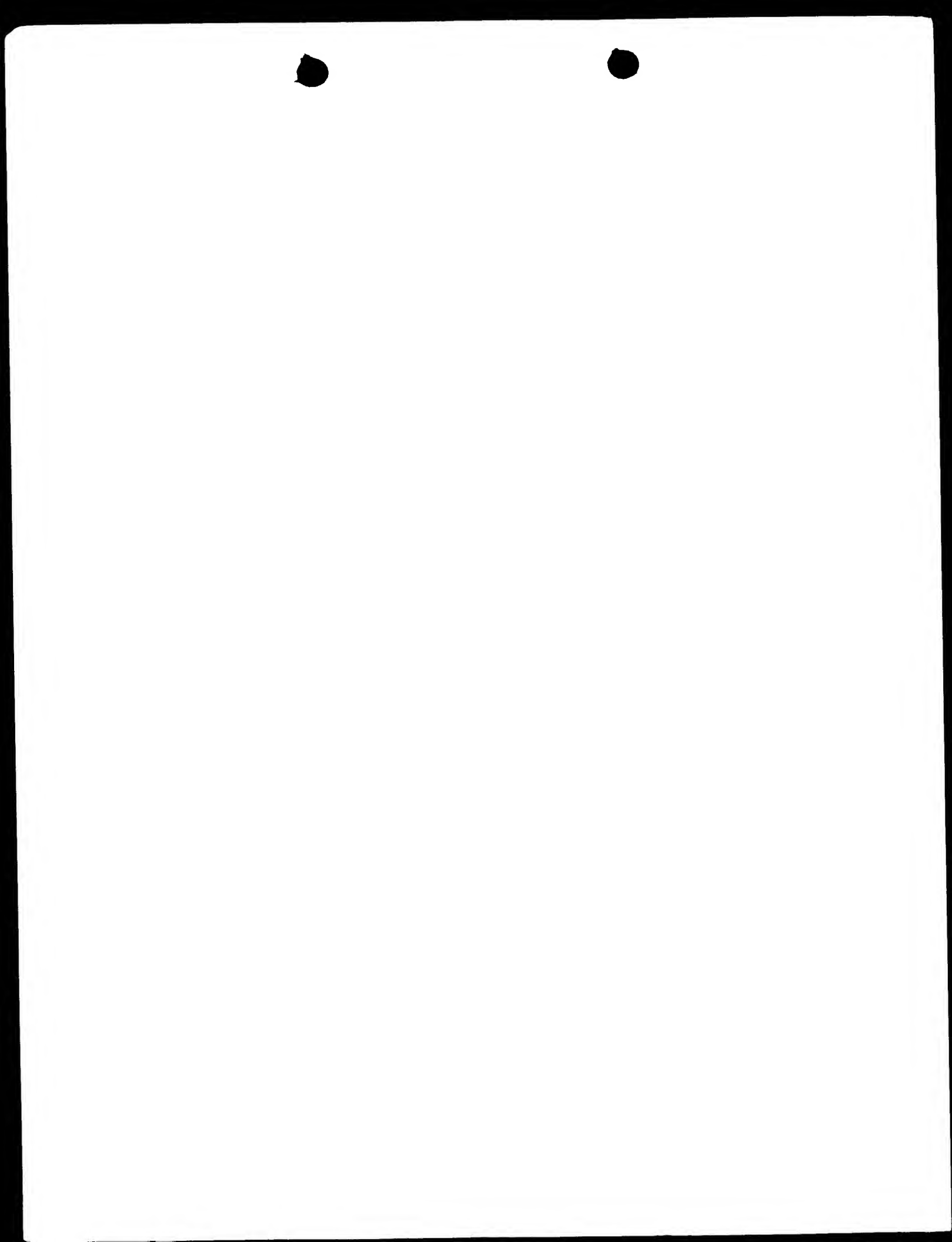
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 January, 2001 (18.01.01)Date of mailing of the international search report
30 January, 2001 (30.01.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



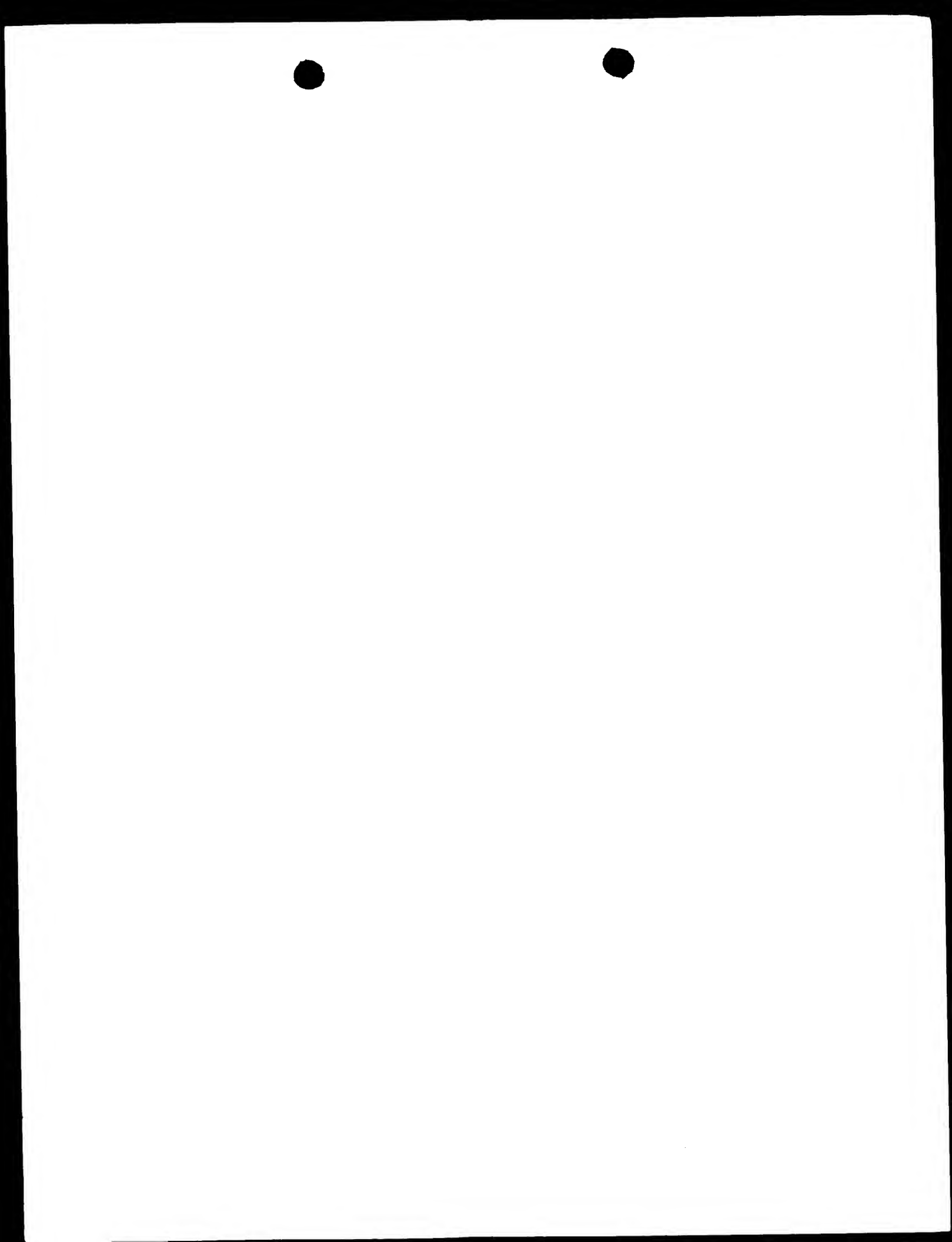
INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07269

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	esp., Claims; Table 1 (Family: none)	
A	JP, 54-134702, A (Nippon Steel Corporation), 19 October, 1979 (19.10.79), esp., Claims (Family: none)	1-10
A	JP, 61-87788, A (NKK Corporation), 06 May, 1986 (06.05.86), esp., Claims (Family: none)	1-10



PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 00F00039	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/07269	国際出願日 (日.月.年) 19.10.00	優先日 (日.月.年) 20.10.99
出願人(氏名又は名称) 川崎製鉄株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

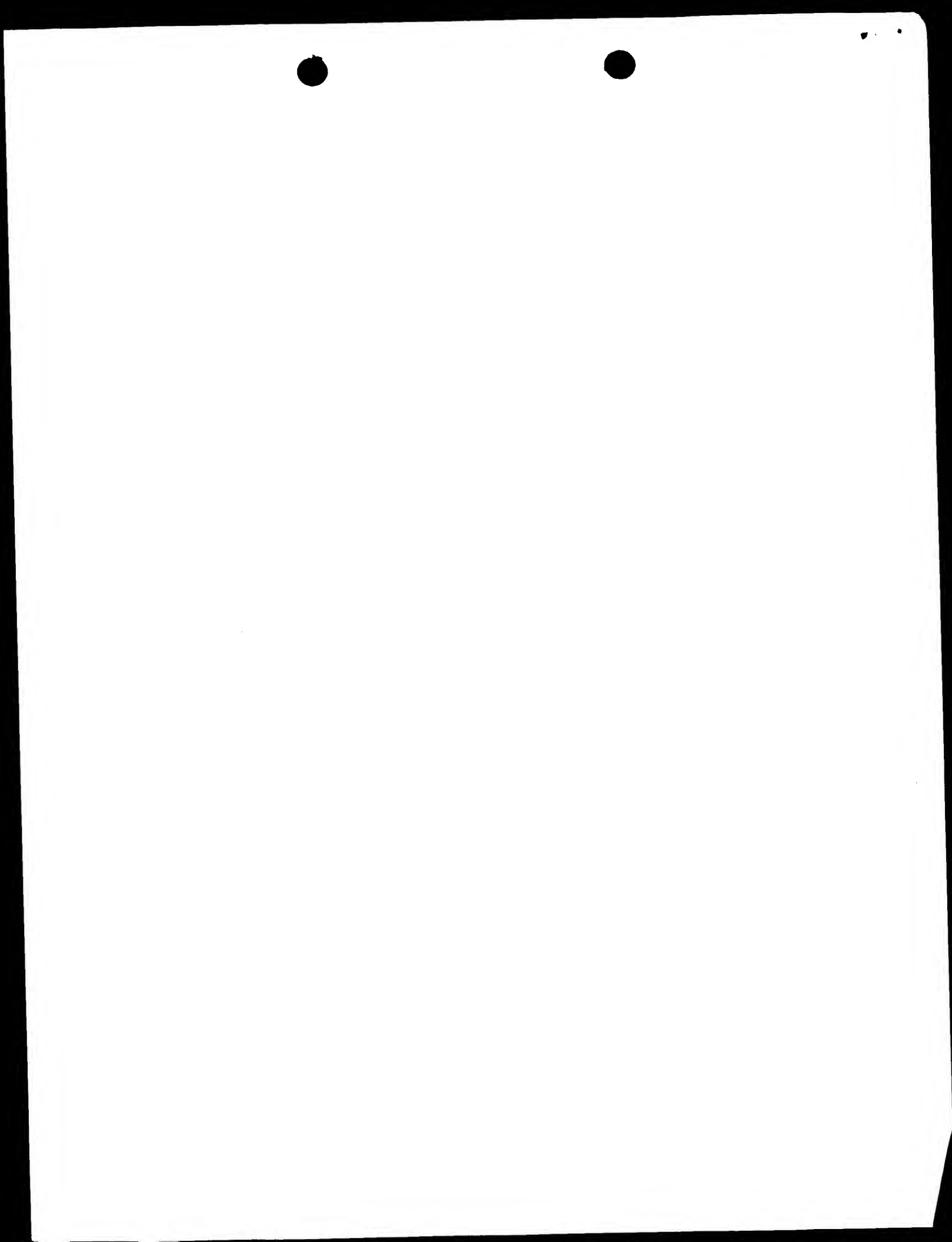
6. 要約書とともに公表される図は、

第 7 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C10B57/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C10B57/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI/L (DIALOG)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 57-162778, A (三菱化成工業株式会社) 6. 10月. 1982 (06. 10. 82)、特に特許請求の範囲、表 1, 2 (ファミリーなし)	1, 4, 6, 9
X	JP, 52-23106, A (新日本製鐵株式会社) 21. 2月. 1977 (21. 02. 77)、特に特許請求の範囲、表 1 ~ 3 (ファミリーなし)	1, 4, 6, 9
X	JP, 54-117501, A (新日本製鐵株式会社) 12. 9月. 1979 (12. 09. 79)、特に特許請求の範囲、表 2, 3 (ファミリーなし)	1, 4, 6, 9
X	JP, 7-268349, A (新日本製鐵株式会社) 17. 10月. 1995 (17. 10. 95)、特許請求の範囲、表 1 (ファミリーなし)	1, 4, 6, 9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 01. 01

国際調査報告の発送日

30.01.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

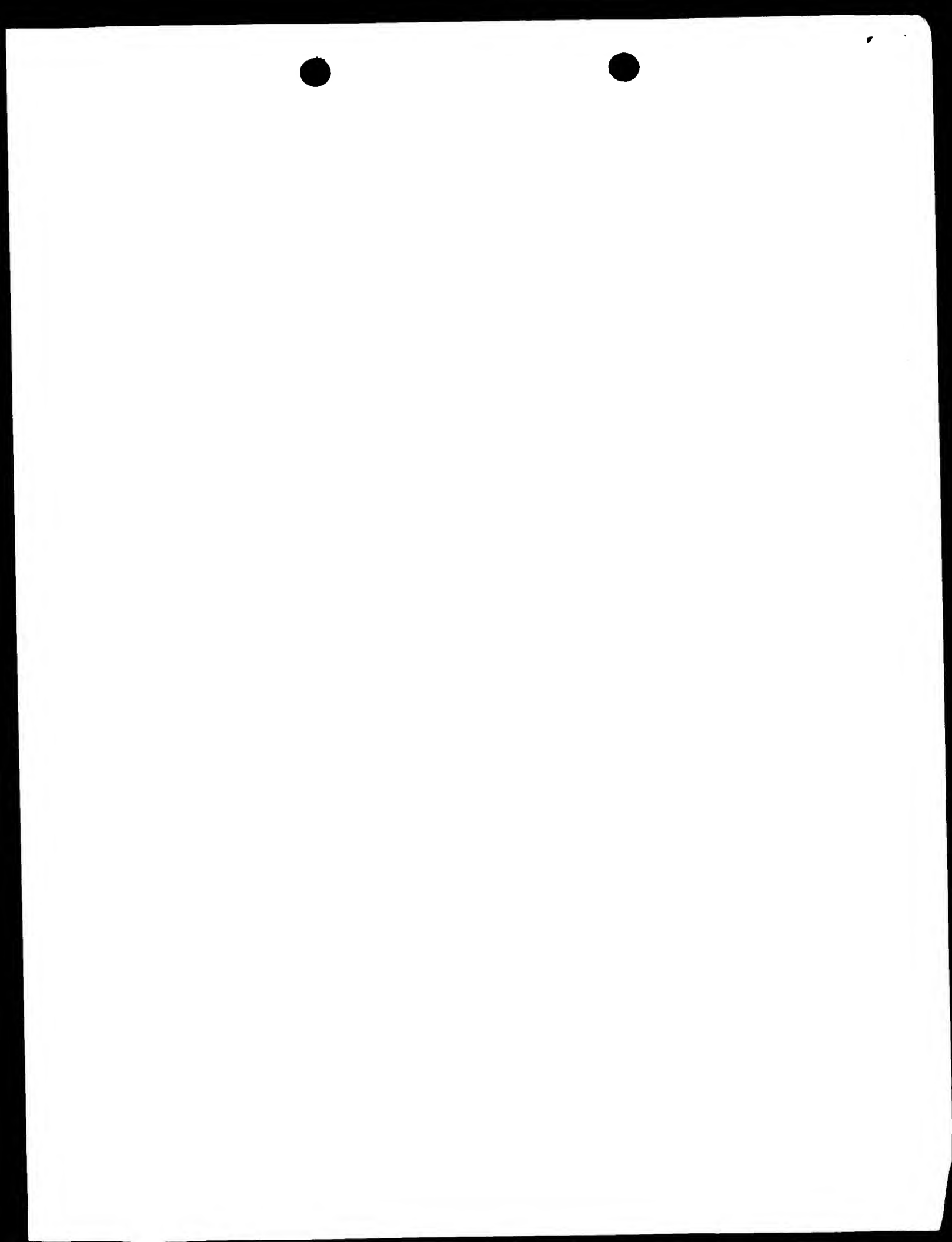
特許庁審査官 (権限のある職員)

渡辺 陽子

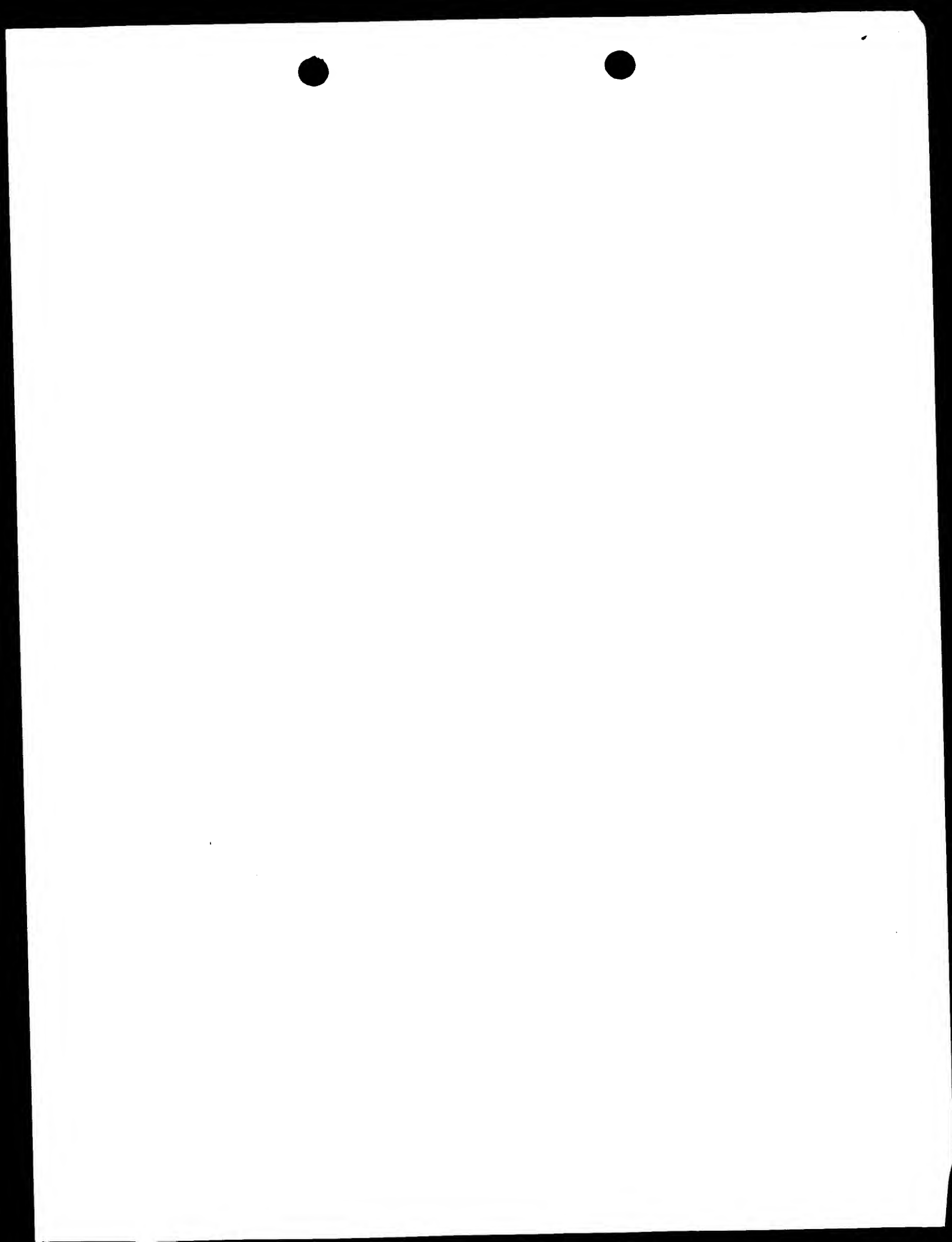
4 V

9279

電話番号 03-3581-1101 内線 3483



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 9-255967, A (新日本製鉄株式会社) 30. 9月. 1997 (30. 09. 97)、 特に第3頁右欄、表2 (ファミリーなし)	1 ~ 10
A	JP, 11-181441, A (日本鋼管株式会社) 6. 7月. 1999 (06. 07. 99)、特に 特許請求の範囲、表1 (ファミリーなし)	1 ~ 10
A	JP, 54-134702, A (新日本製鉄株式会社) 19. 10月. 1979 (19. 10. 79)、 特に特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1 ~ 10
A	JP, 61-87788, A (日本鋼管株式会社) 6. 5月. 1986 (06. 05. 86)、特に 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1 ~ 10



(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年4月26日 (26.04.2001)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/29151 A1

- (51) 国際特許分類: C10B 57/04
(21) 国際出願番号: PCT JP00/07269
(22) 国際出願日: 2000年10月19日 (19.10.2000)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願平 11/298609
1999年10月20日 (20.10.1999) JP
特願平 2000-278604
2000年9月13日 (13.09.2000) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 川崎製鉄株式会社 (KAWASAKI STEEL CORPORATION)

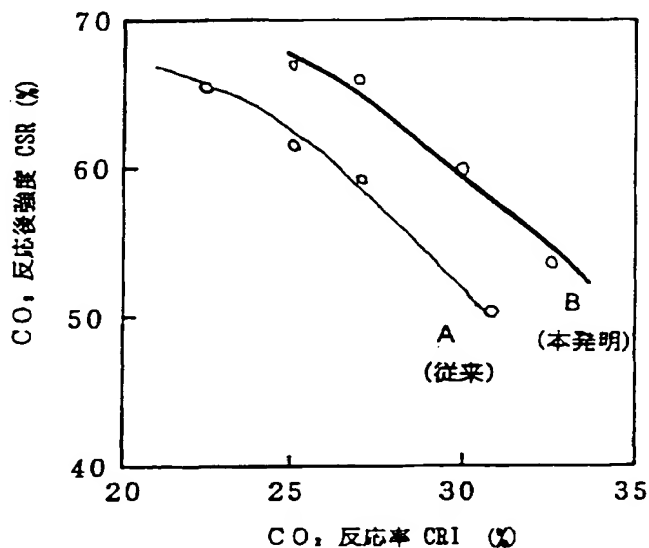
[JP JP]: 〒651-0075 兵庫県神戸市中央区北本町通一丁目1番28号 Hyogo (JP).

- (72) 発明者: および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 花岡浩二 (HANAOKA, Koji) [JP/JP], 坂本誠司 (SAKAMOTO, Seiji) [JP/JP], 井川勝利 (IGAWA, Katsutoshi) [JP/JP], 〒712-8074 岡山県倉敷市水島川崎通一丁目川崎製鉄株式会社 技術研究所内 Okayama (JP), 山内 豊 (YAMAUCHI, Yutaka) [JP/JP], 笠岡玄樹 (KASAOKA, Shizuki) [JP/JP], 沢田寿郎 (SAWADA, Toshiro) [JP/JP], 篠原幸一 (SHINOHARA, Koichi) [JP/JP], 月原裕二 (TSUKIHARA, Yuji) [JP/JP], 馬場真二郎 (BABA, Shinjiro) [JP/JP], 〒712-8074 岡山県倉敷市水島川崎通一丁目川崎製鉄株式会社 水島製鉄所内 Okayama (JP).

/続葉有/

(54) Title: HIGH REACTIVITY AND HIGH STRENGTH COKE FOR BLAST FURNACE AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) 発明の名称: 高炉用高反応性高強度コークスおよびその製造方法



- 1...PERCENTAGE OF REACTION WITH, CO₂ CRI (%)
2...STRENGTH AFTER REACTION WITH, CO₂ CSR (%)
A...CONVENTIONAL
B...PRESENT INVENTION

pore diameter distribution can be produced at a low cost.

(57) Abstract: A high reactivity and high strength coke for a blast furnace which is produced by carbonizing a coal blend which contains 60 wt % or more of a medium caking coal of medium degree of coalification and low flowability containing 30 vol % or more in total of inert components, or a coal blend which contains 60 to 95 wt % of a medium caking coal of medium degree of coalification and low flowability exhibiting an average reflectance (Ro) of 0.9 to 1.1 and a maximum flowability (MF) of 3.0 or less and the balance amount of a caking coal exhibiting an average reflectance (Ro) more than 1.1, characterized in that it has a pore diameter distribution wherein the content of pores having a diameter less than 10 μ m is 12 to 15 vol % and the content of pores having a diameter of 10 to 100 μ m is 10 to 15 vol %. By using a coal blend of a small number of brand coals containing a large amount of caking coal having medium degree of coalification and low flowability, a high reactivity and high strength coke having a desired level of strength of coke, reactivity with CO₂ or

/続葉有/

WO 01/29151 A1



(74) 代理人: 落合憲一郎(OCHIAI, Kenichiro): 〒100-0011
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 日比谷国際ビ
ル 川崎製鉄株式会社 東京本社内 Tokyo (JP).

添付公開書類:
国際調査報告書

(81) 指定国/国内): AU, BR, CA, CN, KR, US.

(84) 指定国/広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

高炉用コークスおよびその製造方法に関する。中炭化度低流動性の粘結炭を多量に含む少数銘柄配合炭を使うことにより、コークスの強度、CO₂反応性、気孔径分布が所望のレベルにある高反応性高強度コークスを安価に製造する。イナータ成分の含有量が合計で30 vol%以上である中炭化度低流動性の準強粘結炭を60wt%以上含有する配合炭、あるいは、平均反射率(R_o)が0.9~1.1で最大流動度(MF)が3.0以下の中炭化度低流動性の準強粘結炭を60~95wt%含有し、残部は平均反射率(R_o)が1.1を越える粘結炭である配合炭を、乾留して得られるコークスであって、直径10 μm未満の気孔の含有率が12~15 vol%、直径10~100 μmの気孔の含有率が10~15 vol%の気孔径分布を有する高炉用高反応性高強度コークスおよびその製造方法。

明細書

高炉用高反応性高強度コークスおよびその製造方法

技術分野

本発明は、高炉用高反応性高強度コークスおよびその製造方法に関する。詳しくは、コークスの強度、 CO_2 反応性、気孔径分布が所望のレベルにある高強度高反応性コークスおよびそれを製造する方法に関する。

背景技術

近年、コークス炉の老朽化問題に鑑み、コークス炉の稼働率を低下させてコークス炉の延命を図る試みがある。そのために、高炉では微粉炭吹き込み量を増加させる操業を行っている。

このような高炉への微粉炭吹き込み量の増加は、コークス比の低下をもたらす一方で、 Ore / Coke の増加による高炉内でのコークスへの荷重負荷の増大をもたらし、コークス強度を超えて、コークスの粉化を促進することになる。そうしたコークスの粉化は、炉内の通気性を悪化させ、装入物の棚つりやスリップ等の操業異常を引き起し、ひいては高炉の操業を著しく阻害する。このため、コークスの粉化は極力低減させることが重要である。

ところで、高炉内でコークスは、二酸化炭素(CO_2)と反応して部分的にガス化し、多孔質化して強度が低下する。そこで、従来、こうしたコークス強度の低下を抑制する方法として、 CO_2 との反応性を小さくする技術も検討されたが、そうすると高炉のエネルギーコストが高くなる。このことはコストダウンの観点から望ましいことではなく、現状はむしろ低燃料比操業がもとめられている。

こうした低燃料比操業を行うためには、操業温度を、ウスタイト-鉄還元平衡に近い熱保存帯領域の温度に下げることにより、高炉内での還元効率の向上を図ることが有効である。そのために、高反応性コークスの使用が考えられる (CAMP-ISIJ, Vol.5 (1992)156)。

また、従来、かような高反応性コークスの製造方法としては、原料配合炭中の非微

粘結炭の割合を増加させる方法や、不活性炭材の添加つまり特開平6-313171号公報に開示のように不活性物質を配合したり、特開平2-117991号公報に開示のように、低炭化度炭由来のチャーを配合したりする方法で対処してきた。

しかしながら、上述したような低燃料比操業がもとめられる環境下で用いられる高炉用コークスとしては、熱保存帯領域から融着帯近傍までの温度領域では反応性が高くかつ反応後において粉化しにくい特性、そしてかつ、融着帯からレースウェイを含む炉下部での温度領域でも粉化しにくい特性を有する高反応性のコークスが求められている。

なお、コークスの高炉内での粉化特性に関連して、以下のように理解されている。即ち、この粉化特性の指数としては、 CO_2 との反応率(CRI)、 CO_2 反応後強度(CSR)が用いられ、特にCSRが重要視されている。それゆえ、日本の鉄鋼各社の高炉操業においては、コークスのCSRの管理値を設けて、一定のCSRを維持するコークスの製造を行ってきた。しかし、CRIとCSRは図1のA線に示すように、良好な相関関係を有し、CSRを一定値以上に維持しようとする、CRIはある一定値以下に抑えなければならないという問題があった。なお、A線近傍のプロットは、工程コークスの CO_2 との反応時間を変えて、反応率の異なる資料を作成し、それぞれの反応後強度測定結果である(CRI=25%のときCSR=60.9%)。

この点、非微粘結炭の配合量を増加させる方法や不活性炭材を添加する方法などの従来技術は、コークスの反応性は高くなるものの、その反面、石炭粒子間での融着性が低下してコークス強度が低下するため、前記問題の解決法として有効とは言えない。

発明の開示

本発明の目的は、 CO_2 反応性が高くかつコークス強度も大きい高炉用コークスを提供することにある。

本発明の他の目的は、中炭化度低流動性の準粘結炭（以下、単に「中炭化度低流動性石炭」という）を多量に含む少数銘柄配合炭を使うことにより、安価に高反応性高強度高炉用コークスを製造することにある。

すなわち、本発明は、非溶融のイナータ成分の含有量が合計で30vol%以上である中炭化度低流動性の準強粘結炭を60wt%以上含有する配合炭をコークス炉装入炭と

して乾留することによって得られるコークスであって、直径が $10\text{ }\mu\text{m}$ 未満の気孔の含有率が $12\sim15\text{ vol}\%$ 、直径が $10\sim100\text{ }\mu\text{m}$ の気孔の含有率が $10\sim15\text{ vol}\%$ の気孔径分布を有することを特徴とする高炉用高反応性高強度コークスを提案する。

上記気孔径分布については、直径が $1\text{ }\mu\text{m}$ 未満の気孔の含有率が $6\text{ vol}\%$ 以上、直径が $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上の気孔の含有率が $20\text{ vol}\%$ 以下の気孔径分布に制御することが好ましい。

また、本発明は、平均反射率(R_o)が $0.9\sim1.1$ で、最大流動度(MF)が 3.0 以下の中炭化度低流動性の準強粘結炭を $60\sim95\text{ wt}\%$ 含有し、残部は平均反射率(R_o)が 1.1 を越える粘結炭である配合炭を、コークス炉に装入して乾留することによって得られるコークスであって、直径が $10\text{ }\mu\text{m}$ 未満の気孔の含有率が $12\sim15\text{ vol}\%$ 、直径が $10\sim100\text{ }\mu\text{m}$ の気孔の含有率が $10\sim15\text{ vol}\%$ の気孔径分布を有することを特徴とする高炉用高反応性高強度コークスである。

本発明において、上記配合炭の残部成分として、平均反射率 R_o が 1.3 以上の粘結炭および／または最大流動度(MF)が 3.0 以上の準強粘結炭を用いることが好ましい。

さらに、タンブラー強度(400回転後の $+6\text{ mm}$ の重量%、以下、「 TI_0 」と記す)が 83% 以上であることが好ましい。

次に、本発明は、非溶融のイナータ成分の含有量が合計で $30\text{ vol}\%$ 以上の中炭化度低流動性の準強粘結炭を $60\text{ wt}\%$ 以上含有する配合炭をコークス炉に装入して乾留することにより、直径が $10\text{ }\mu\text{m}$ 未満の気孔の含有率が $12\sim15\text{ vol}\%$ 、直径が $10\sim100\text{ }\mu\text{m}$ の気孔の含有率が $10\sim15\text{ vol}\%$ の気孔径分布を有するコークスとすることを特徴とする高炉用高反応性高強度コークスの製造方法を提案する。

さらに本発明は、平均反射率(R_o)が $0.9\sim1.1$ で、最大流動度(MF)が 3.0 以下の中炭化度低流動性の準強粘結炭を $60\sim95\text{ wt}\%$ を含有し、残部は平均反射率(R_o)が 1.1 を越える粘結炭である配合炭を、コークス炉に装入して乾留することにより、直径が $10\text{ }\mu\text{m}$ 未満の気孔の含有率が $12\sim15\text{ vol}\%$ 、直径が $10\sim100\text{ }\mu\text{m}$ の気孔の含有率が $10\sim15\text{ vol}\%$ の気孔径分布を有するコークスとすることを特徴とする高炉用高反応性高強度コークスの製造方法を提案する。

また、本発明においては、上記配合炭の残部成分として、平均反射率 R_o が 1.3 以上の粘結炭および／または最大流動度(MF)が 3.0 以上の準強粘結炭を用いることが好まし

い。

また、本発明においては、タンブラー強度 TI_6 が83%以上であることが好ましい。

さらに、直径が $1\mu m$ 未満の気孔の容積含有率を6vol%以上とし、直径が $100\mu m$ 以上の気孔の容積含有率を20 vol%以下の気孔分布に制御することが好ましい。

本発明によれば、従来のような10数銘柄を配合する多銘柄配合とは異なり、安価でかつ大量に入手可能な石炭を多量に配合した少数銘柄配合（ ≤ 5 銘柄程度）を実現することができ、従来よりも高い CO_2 反応性と従来と同等以上のコークス強度を有するコークスを安定して製造できる。

図面の簡単な説明

図1は、従来の工程コークスの CO_2 反応率（CRI）と CO_2 反応後強度（CSR）との関係を示すグラフである。

図2は、各石炭の最大流動度（MF）と平均反射率（Ro）との関係を示すグラフである。

図3は、中炭化度低流動性石炭の単味コークスと通常コークスの倍率50倍の写真である。

図4は、中炭化度低流動性石炭と通常炭の配合比が及ぼすタンブラー強度の変化量（ ΔTI_6 ）の影響を示すグラフである。

図5は、中炭化度低流動性石炭と粘結炭との配合比および粘結炭の平均反射率（Ro）がタンブラー強度の変化量（ ΔTI_6 ）に及ぼす影響を示すグラフである。

図6は、コークスの直径 $1\mu m$ 未満の気孔量と直径 $100\mu m$ 以上の気孔量との関係が $I_{RI=25\%}$ に及ぼす影響を示すグラフである。グラフ中の数字は、対応する実施例におけるコークスの $I_{RI=25\%}$ の値である。

図7は、本発明コークスの CO_2 反応率（CRI）と CO_2 反応後強度（CSR）との関係を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

発明者らは、とくに、コークスの気孔形態と反応および粉化特性との関係について検討した。即ち、コークス内部への CO_2 の拡散を考えると、微細気孔が多い場合は、

CO₂の拡散抵抗が大きいこと、さらに、ガス化反応に関係する気孔の表面積が大きいと、前述のCO₂との反応を表面近傍に集中させやすくなること（トポケミカル）ができるとの考え方の下で、石炭に含まれている成分のうち、とくに、コークス化後も微細気孔を保持する性質のあるイナータ成分に着目した。

そこで、イナータ成分を多く含有する石炭を主体とした配合炭からコークスを製造し、その気孔形態と反応性および粉化特性を調査した。

その結果、(1) イナータ成分を多く含有する石炭を主体としたコークスは、直径10 μm未満、特に1 μm未満の微細気孔が多く、比表面積が大きいこと、(2) コークス強度に影響を及ぼすと考えられる直径10~100 μm、特に100 μm以上の粗大気孔が比較的少ないこと、(3) 前記(1)の微細気孔が多いと、CO₂との反応が微細気孔に集中し、反応による気孔の粗大化が抑制され、反応後コークス強度に有効に作用し、耐粉化性が向上すること、(4) 前述のトポケミカル的な効果がある一方で、(3)で述べたように粉化しにくくなっていること、等の知見が得られた。

そこで、発明者らは、これらの知見を踏まえて、高反応性で高強度なコークスを製造することを試みた。

即ち、発明者らは、原料炭の配合についての研究を続けた。その結果、ある種の石炭については、他の銘柄の石炭との組み合わせ方によっては、その組み合わせからなる配合炭から得られるコークスの特性が、単味石炭から得られる単味コークスの特性すなわち強度やCO₂反応性などの加重平均値から大幅に改善されたりする、いわゆる銘柄毎の組み合わせについての「相性」、一種の相互作用があることがわかった。このことに関連し、発明者らは先に、銘柄間の相互作用を考慮したコークス強度推定法を開発した（特開平9-255066号公報）。

さらに、この相互作用にコークスの気孔形態（あるいは気孔径分布）が強く影響することも確認し、この相性を有効に利用することによって、高反応性高強度のコークスを製造することにした。

さらに、コークスの気孔形態（あるいは気孔径分布）の観察、および原料炭の配合についても研究を重ねた。その結果、CO₂との反応性が高く、かつ高強度のコークスを得るためには、直径が10 μm未満の気孔と直径が10~100 μmの気孔の含有率を制御し、さらに好ましくは、それに加えて直径が1 μm未満の気孔の含有率と100 μm以

上の気孔の含有率とを制御すればよいことがわかった。

例えば、高反応性で高強度コークスの特徴としては、直径が $10\mu\text{m}$ 未満の気孔の含有率を $12\sim 15\text{ vol}\%$ とし、好ましくはそれに加えてさらに直径が $1\mu\text{m}$ 未満の気孔の含有率を $6\text{ vol}\%$ 以上とし、直径が $10\sim 100\mu\text{m}$ の気孔の含有率については $10\sim 15\text{ vol}\%$ とし、好ましくはそれに加えてさらに直径が $100\mu\text{m}$ 以上の気孔の含有率を $20\text{ vol}\%$ 以下の気孔径分布にすることが有効であることがわかった。というのは、直径が $1\mu\text{m}$ 未満の気孔はその比表面積の占める割合が全体の 95% 以上あるので、含有率が高いと CO_2 との反応性がよくなる。一方、直径が $10\mu\text{m}$ 以上の比較的粗大な気孔は、強度の低下に寄与しており、含有率が低い方が（反応後も）高強度となるからである。

以下、本発明を開発するに至った経緯を交えて、本発明の実施の形態を説明する。

本発明では、非溶融のイナータ成分の含有量が 30% 以上の中炭化度低流動性石炭が $60\sim 95\%$ と高配合率の配合炭をコークス炉で乾留する。この中炭化度低流動性石炭は、石炭の分類学上、準強粘結炭に分類される。比較的流動性の高い準強粘結炭のほとんどが粘結性の指標である最大流動度MFが 3.0 以上である（図2の丸囲み部）のに対して、図2の斜線部に示すように、最大流動度MFがそれよりも小さく、そして、石炭組織については、表1のx炭、y炭に示すように、イナータ成分であるセミフジニット、フジニット等を多く含有する。このイナータ成分の多い石炭組織に由来して、この中炭化度低流動性石炭から得られるコークスは、例えば図3に示すように微細気孔が多いのが特徴である。

このような特徴を有する中炭化度低流動性石炭の品位は、平均反射率が $0.9\sim 1.1$ 、最大流動度が 3.0 以下であり、通常のコークス製造に用いられる多銘柄配合炭の品位（平均反射率がおおよそ 1.07 、最大流動度が 2.45 ）とほぼ等しい。ところが、発明者らの研究によると、この品位のほぼ等しい中炭化度低流動性石炭と通常の配合炭とを混合すると、各々の品位はほぼ等しいにもかかわらず、図4に示すように、却ってコークス強度が低下し、目標のコークス強度を維持することすらできないことがわかった。

そこで、発明者らは、石炭の銘柄間の相互作用いわゆる「相性」が関係しているのではないかと考えて、さらに研究を続けた。

とくに、中炭化度低流動性石炭（X）と、表2に示す代表的な数種の粘結炭（AからF）を配合して得られた配合炭の乾留試験を実施した。

図5は、その試験結果を示すものであり、得られたコークスの強度（タンブラー強度）におよぼす中炭化度低流動性石炭と粘結炭の配合比および粘結炭の平均反射率の影響を示すものである。なお、ここでのコークス強度は、上述したタンブラー強度 $T1_0$ であり、図中の縦軸は中炭化度低流動性石炭単味を乾留して得られたコークス強度を0としたときの、中炭化度低流動性石炭と粘結炭（AからF）とを配合して得たコークスのタンブラー強度の向上効果を示している。縦軸は、中炭化度低流動性石炭の単味コークスと、中炭化度低流動性石炭と粘結炭とを配合した配合炭を用いたコークスとの強度差であり、その値1.0は工程管理目標値の例である。さらに、図中の数値は、中炭化度低流動性石炭と粘結炭（AからF）との配合比である。横軸は粘結炭の平均反射率（ R_o ）である。

また、図5からわかるように、中炭化度低流動性石炭（X）は、粘結炭（AからF）を5～40wt%配合することで、高炉で使用可能な目安となる目標コークス強度（ $T1_0$ ：約84%）が得られることが明らかである。粘結炭が5wt%未満では強度不足になり、40wt%以上では、強度は目標値を上回るが、高価な粘結炭を多く使用するため、製造コストが高くなる。さらに、粘結炭の平均反射率 R_o が高いほどコークス強度の向上効果が高く、中炭化度低流動性石炭を多量に使用することができることも明らかとなった。

なお、粘結炭は1種類とは限らず、複数種類を使用してもコークス強度に対する効果は同様であった。実際のコークス製造における配合炭の調製作業は粘結炭の種類が少ないほど調製作業は効率的であるが、調製作業時間あるいは粘結炭の在庫量を考慮して粘結炭の種類を設定すればよく、通常の操業を考慮すれば、粘結炭の種類は1～3種類が妥当である。

一般に、粘結炭は高価な石炭であるため、コークス製造コストの観点からはこの粘結炭の配合率を抑えるのが望ましいと言える。そこで、本発明では、コークス強度の向上効果が高い平均反射率が1.3以上の粘結炭を少なくとも1種類以上使用できるようにすることが望ましい。つまり、平均反射率が1.3以上の粘結炭を使用すれば、5～20wt%程度の配合率でよくなるからである。

上記中炭化度低流動性石炭は、平均反射率 R_o が0.9～1.1であることから、石炭の分類上は同等の平均反射率を有する準強粘結炭に分類されるが、中炭化度低流動性石

炭は、準強粘結炭の中で、あるいはさらに平均反射率の高い強粘結炭に比べて、イナータ成分が多く、流動性が低いのが特徴である。通常、石炭は 350～550 °C で軟化熔融するが、上記イナータ成分は熔融性に乏しく、さらにイナータ自身が微細気孔を有する多孔質構造であるため、軟化熔融後の 550 °C ないし 650 °C ぐらいのセミコークス、さらに 1000 °C まで乾留された製品コークスになった場合においても、微細気孔を有する多孔質構造が保持されるだけでなく、熔融成分に対しても微細気孔を形成、残留させる。即ち、イナータ成分を多く含有する石炭を乾留して得られるコークスには、微細気孔が多く形成されるのである。

次に、中炭化度低流動性石炭のみを乾留して得られる単味コークス、中炭化度低流動性石炭および粘結炭からなる配合炭を乾留して得られる配合コークスおよび、通常が多銘柄配合に係る配合炭を乾留して得られる通常コークスの気孔径分布の測定結果を表 3 に示す。この表 3 からわかるように、中炭化度低流動性石炭のみから得られる単味コークスは、10 μ m 未満の微細気孔の占める割合が多い。これに対し、中炭化度低流動性石炭に粘結炭等を配合して得られる配合コークスについては、微細気孔が若干減少するが通常コークスより多い。また、10 μ m 以上 100 μ m 以下の比較的粗大な気孔の体積分率は通常コークスに比べて少ない。

次に、高反応性高強度をどのようにして調製するかについて説明する。

なお、高反応性かつで高強度のコークスといっても、その評価方法については種々あるので、本発明では、粒径 20 \pm 1 mm のコークス 200 g、1100 °C、CO₂ 流量 5 l/min で 25 wt % 反応させた後の I 型ドラム強度 (600 回転後の +10 mm の重量%) $I_{RI=25\%}$ で評価することとし、 $I_{RI=25\%} \geq 65$ のコークスを高反応性で高強度であると定義する。

本発明によれば、従来のような 10 数銘柄を配合する多銘柄配合とは異なり、安価でかつ大量に入手可能な石炭を多量に配合した少数銘柄配合 (≤ 5 銘柄程度) でも、従来よりも高い CO₂ 反応性と従来と同等以上のコークス強度を有するコークスを安定して製造できることは、上述した。

即ち、本発明では、

- ① イナータ成分の含有率が合計で 30 wt % 以上である中炭化度低流動性石炭を 60 wt % 以上含有する配合炭をコークス炉装入炭として乾留すること、
さらに好ましくは、

②. 上記①の配合炭の残部として、平均反射率(Ro)が1.3 以上の粘結炭および/または最大流動度(MF)が3.0 以上の準強粘炭を用いた配合炭をコークス炉装入炭として乾留すること、

あるいは、

③. 平均反射率(Ro)が 0.9~1.1 で、最大流動度(MF)が3.0 以下の中炭化度低流動性石炭を60wt %以上含有する配合炭をコークス炉装入炭として乾留すること、

さらに好ましくは、

④. 上記③の配合炭の残部として、平均反射率(Ro)が 1.3以上の粘結炭および/または最大流動度(MF)が 3.0以上の準強粘炭を用いた配合炭をコークス炉装入炭として乾留すること、

で実現することができる。

以下に実施例を説明する。

(1) 表2に示す石炭を配合して得られたコークスの品質評価を実施した。主原料となる上述した中炭化度低流動性石炭として、X炭を用い、強度の補填のために用いる高炭化度炭の例としてA炭を用い、そして中炭化度低流動性の準強粘結炭以上の平均反射率を示す準強粘結炭あるいは強粘結炭の例としてC炭を用い、これらを、X炭：A炭：C炭＝81：9：10の割合で配合して、コークス炉装入用配合炭を調製した。

上記配合炭から得られた中炭化度低流動性石炭多量配合コークス（以下、「中炭化度炭コークス」という）の反応率25%での反応後強度 $I_{R1=25\%}$ 、およびコークス強度 TI_0 を、通常配合炭から得られた通常コークスと比較して表4に示す。中炭化度炭コークスは、通常コークスと同等のコークス強度 TI_0 を有するが、中炭化度炭コークスは通常コークスに比べて $I_{R1=25\%}$ が向上することが明らかとなった。すなわち、高反応性、高強度コークスであることが明らかになった。

このような高反応性高強度コークスを製造する際の中炭化度低流動性石炭として、例えばオーストラリア産のブラックウォーター（BWR）炭を用いることが好ましい。

(2) 次に、高反応性高強度コークスの気孔構造について説明する。

微細気孔（直径10 μ m未満、と1 μ m未満）と、粗大気孔（直径10~100 μ mと100 μ m以上）のvol%が種々変化するようにコークスを調製し、それぞれの気孔径分布測定を行った。また、反応性CRI、反応後強度CSR、種々の反応率のI型ドラム強度(6

00回転後の+10mmの重量%)を測定し直線近似から $I_{R1=25\%}$ を算出した。また、タンブラー強度 TI_0 を測定した。その結果を表5に示す。

表5に示すように、直径が $10\mu m$ 未満の気孔量が12~15 vol%かつ、直径 $10\sim 100\mu m$ の気孔量が10~15 vol%の時(実施例1~7)に $I_{R1=25\%}$ は65.0以上の値となり、冷間強度 TI_0 の値も通常コークス(工程コークス)とほぼ同程度となった。一方、直径 $10\mu m$ 未満の気孔量が12~15 vol%でないか、 $10\sim 100\mu m$ の気孔量が10~15 vol%でない場合(比較例1~3)、 $I_{R1=25\%}$ は65.0以上にはならなかった。

また、図6に示すように、実施例1~7の中でも、直径 $1\mu m$ 未満のより微細な気孔量が6 vol%以上で、直径が $100\mu m$ 以上の粗大な気孔量が20 vol%以下である場合(実施例1, 5~7)、 $I_{R1=25\%}$ は66.0以上となり、より高反応性で高強度となり、粉化しにくいコークスとなっていることがわかった。また、直径が $10\sim 100\mu m$ の気孔量が15 vol%を超えていた場合、さらには、 $100\mu m$ 以上の気孔量が20 vol%を超えた場合(比較例1, 2)は、 TI_0 が低くなった。

以上のことから、 $I_{R1=25\%}$ の高い高反応性高強度コークスは、直径が $10\mu m$ 未満の微細気孔の含有率と、直径が $10\sim 100\mu m$ の粗大気孔の含有率で規定できることがわかった。さらに、微細気孔に関しては $1\mu m$ 未満の気孔の容積含有率と、また、粗大気孔に関しては $100\mu m$ 以上の気孔の容積含有率とを制限することにより、より高い反応性高強度コークスを規定できる。従って、直径が $10\mu m$ 未満好ましくは $1\mu m$ 未満の微細気孔の容積含有率と、直径が $10\sim 100\mu m$ さらには、それに加えて $100\mu m$ 以上の粗大気孔の容積含有率とでコークスの CO_2 との反応後の強度を制御することにより、高強度高反応性の高炉用コークスを確実に製造できることがわかった。

また、高反応性で高強度コークスの特性としては、直径 $10\mu m$ 未満の気孔の含有率が12~15 vol%、好ましくは直径が $1\mu m$ 未満の気孔の含有率が6 vol%以上で、直径が $10\sim 100\mu m$ の気孔の含有率が10~15 vol%、さらには、それに加えて直径が $100\mu m$ 以上の気孔の含有率が20 vol%以下の気孔径分布を有することであることがわかった。

(3) 中炭化度低流動性石炭を利用した高炉用高反応性高強度コークスの製造結果について説明する。

表6に示す実施例8~15で明らかなように、イナート成分の量が30 vol%以上の中

炭化度低流動性石炭で、その配合割合が60 mol%以上であれば、冷間強度 TI_c が83.4以上で、かつ反応率25%一定での反応後強度 $I_{RI=25\%}$ が65.0以上となり、高反応性で高強度コークスとなった。また、実施例16~21に示すように、平均反射率(Ro)が0.9~1.1で、最大流動度(MF)が3.0以下の中炭化度低流動性石炭を60wt%以上95wt%以下含有して、その残部の平均反射率(Ro)が1.1を超える石炭であれば、 TI_c は83.7以上で $I_{RI=25\%}$ が65.0以上となり、これらも高反応性高強度コークスとなった。

一方、石炭中のイナータ成分の含有率が30 vol%以上でも、その配合割合が60wt%未満(比較例5)の場合、冷間強度 TI_c は工程コークス(比較例4)以上だが、 $I_{RI=25\%}$ は65.0以下となった。また、石炭のイナータ成分の含有率が30 vol%未満であったり(比較例6, 13)、平均反射率(Ro)が0.9未満であったり(比較例7)、最大流動度(MF)が3.0を超えている場合(比較例8)、 $I_{RI=25\%}$ が65.0以上とならなかった。また、石炭の平均反射率(Ro)が0.9~1.1で最大流動度(MF)が3.0以下の中炭化度低流動性石炭の配合割合が60wt%未満であった場合(比較例9, 10)は、 $I_{RI=25\%}$ は工程コークスより若干大きくなったが、65.0以上にはならなかった。

さらに、 Ro が0.9~1.1でMFが3.0以上の中炭化度低流動性石炭の配合割合が60~95wt%であっても、その残部石炭の Ro が1.1以下の場合(比較例11, 12)は、 $I_{RI=25\%}$ は65.0以下となった。

以上説明したところから明らかなように、イナータ成分の含有量が30wt%以上、または、平均反射率(Ro)が0.9~1.1で、最大流動度(MF)が3.0以下の中炭化度低流動性石炭を60wt%以上配合し、残部石炭の性状を、平均反射率(Ro)が1.3以上の粘結炭および/または最大流動度(MF)が3.0以上の準粘結炭とすることで、高反応性で高強度のコークスを製造できることがわかった。

本発明におけるコークスの CO_2 との反応後の強度向上効果を、反応率を変化させて調査した結果について説明する。図7に示すように、従来のA線(工程コークス)に対し、本発明のB線は、実施例5のコークスを反応時間をかえることによって反応率の異なる資料を作成しそれぞれの反応後強度を測定した結果であり($CRI=25\%$ 時 $CSR=67\%$)、従来線よりも上側にあり高反応性高強度コークスとなっていることがわかる。

産業上の利用可能性

従来の高炉用コークスの製造では、10数銘柄の石炭を配合して配合炭を調製する多銘柄配合法が実施されてきた。この多銘柄配合法においては利用が容易ではなかった中炭化度低流動性石炭を、本発明を採用することで、多量に使用することが可能となる。とくに、中炭化度低流動性石炭の特徴であるイナータ成分に由来する微細気孔を適正な粘結炭を配合することによって、気孔形態を制御して、CO₂反応性を高めても、高いコークス強度を維持できるコークスの製造が可能になる。その結果、

- (1) 高炉用コークスの製造コストの削減
- (2) コークスの高CO₂反応性化による高炉操業の燃料費の削減
- (3) 低燃料比化による放出CO₂の削減

など、製鉄業の効果のみにとどまらず、環境保護に対しても多大なメリットを提供することが可能になる。

表 1

	石 炭 性 状				石炭組織分析		
	ASH	VM	MF	Ro	ビトリニット (Vt)	セミフジニット (SF)	フジニット (F)
A 炭	7.9	29.5	4.17	1.12	70.2	9.5	3.6
B 炭	8.7	20.4	2.63	1.49	82.7	5.2	7.5
C 炭	9.1	28.3	3.91	1.12	78.2	8.6	4.7
D 炭	8.9	18.6	1.72	1.60	80.1	8.9	1.9
E 炭	9.3	24.2	2.08	1.19	78.0	5.5	10.6
F 炭	8.6	35.7	2.45	0.83	65.3	17.0	3.9
X 炭	7.6	28.2	2.40	1.05	51.0	46.0	1.5
Y 炭	7.3	29.1	2.78	1.04	56.0	33.6	5.2

表 2

	平均反射率 Ro	最大流動度 MF	タンブラー強度*) ΔTI_0 (%)
中炭化度低流動性石炭 X	1.05	2.40	—
A	1.59	1.63	1.1
B	1.57	1.42	0.9
C	1.46	2.37	0.7
D	1.38	1.22	0.5
E	1.23	1.60	0.3
F	1.14	4.08	0.2

*) ΔTI_0 : X 炭 / i 炭 (i = A ~ F) の配合比が 95 / 5 の時の
X 炭単味コークスのタンブラー強度からの改善量

表 3

		直径 10 μ m 未満の 気孔の含有率 (vol%)	直径 10 μ m 以上 100 μ m 以下の気孔 の含有率 (vol%)
本 法	中炭化度低流動性石炭 の単味コークス	15	14
	中炭化度流動性石炭の 配合コークス	13	11
比較例	比較例 通常コークス	10	17

表 4

	$I_{R1}=25\%$	TI_6
通常コークス	62.4	84.4
中炭化度炭低流動性石炭コークス	66.3	84.5

表 5

	各気孔径区分の気孔率 (vol%)				$I_{R1}=25\%$	強 度 TI_6
	10 μ m 未満	1 μ m 未満	10~ 100 μ m	100 μ m 以上		
実施例 1	13	6	12	20	66.3	84.4
実施例 2	13	6	11	24	65.4	84.3
実施例 3	12	5	11	19	65.9	84.5
実施例 4	12	4	12	24	65.1	84.3
実施例 5	15	8	15	20	67.0	84.3
実施例 6	12	6	10	15	68.1	84.6
実施例 7	13	7	15	15	68.4	84.9
比較例 1	12	6	16	24	63.2	84.1
比較例 2	9	4	15	24	62.4	84.0
比較例 3 工程コークス	10	4	17	20	60.9	84.4

表 6

	中炭化度低流動性石炭				残部石炭			I _{R1=25%}	強 度 TI ₆
	割合	Ro	MF	TI	割合	Ro	MF		
実施例 8	60	1.15	2.65	30	40	1.22	2.91	65.0	84.7
実施例 9	60	1.15	2.65	30	40	1.30	2.87	65.2	84.8
実施例 10	60	1.15	2.65	30	40	1.11	3.07	65.1	84.6
実施例 11	80	1.15	2.65	30	20	1.22	2.91	65.7	84.2
実施例 12	80	1.15	2.65	30	20	1.30	2.87	66.1	84.5
実施例 13	80	1.15	2.65	30	20	1.11	3.07	65.8	84.1
実施例 14	100	1.15	2.65	30	—	—	—	66.8	83.5
実施例 15	100	1.12	2.40	33	—	—	—	68.9	83.4
実施例 16	60	1.04	2.78	28	40	1.30	2.87	68.1	84.8
実施例 17	60	1.04	2.78	28	40	1.11	3.07	65.0	84.5
実施例 18	80	1.04	2.78	28	20	1.30	2.87	67.7	84.4
実施例 19	80	1.04	2.78	28	20	1.11	3.07	65.8	84.2
実施例 20	95	1.04	2.78	28	5	1.30	2.87	67.3	83.9
実施例 21	95	1.04	2.78	28	5	1.11	3.07	67.0	83.7
比較例 4 工程コークス	—	—	—	—	—	—	—	62.4	84.4
比較例 5	55	1.15	2.65	30	45	1.30	2.87	64.8	84.9
比較例 6	100	1.05	2.75	20	—	—	—	63.1	83.5
比較例 7	100	0.85	2.20	25	—	—	—	59.8	81.9
比較例 8	100	1.02	3.21	25	—	—	—	63.2	83.4
比較例 9	55	1.05	2.75	20	45	1.30	2.87	62.9	84.9
比較例 10	55	1.05	2.75	20	45	1.11	3.07	63.4	84.5
比較例 11	60	1.05	2.75	20	40	1.08	2.71	63.8	84.2
比較例 12	95	1.04	2.78	28	5	1.08	2.71	60.9	83.5
比較例 13	100	1.04	2.78	28	—	—	—	60.5	83.3

請求の範囲

1. 非溶融のイナータ成分の含有量が合計で30 vol%以上である中炭化度低流動性の準強粘結炭を60 wt%以上含有する配合炭をコークス炉に装入して乾留することによって得られるコークスであって、直径が $10\text{ }\mu\text{m}$ 未満の気孔の含有率が12~15 vol%、直径が $10\sim 100\text{ }\mu\text{m}$ の気孔の含有率が10~15 vol%の気孔分布を有することを特徴とする高炉用高反応性高強度コークス。
2. 平均反射率(R_o)が0.9~1.1で、最大流動度(MF)が3.0以下の中炭化度低流動性の準強粘結炭を60~95 wt%含有し、残部は平均反射率(R_o)が1.1を越える粘結炭である配合炭を、コークス炉に装入して乾留することによって得られるコークスであって、直径が $10\text{ }\mu\text{m}$ 未満の気孔の含有率が12~15 vol%、直径が $10\sim 100\text{ }\mu\text{m}$ の気孔の含有率が10~15 vol%の気孔分布を有することを特徴とする高炉用高反応性高強度コークス。
3. 上記配合炭の残部成分は、平均反射率(R_o)が1.3以上の粘結炭および/または最大流動度(MF)が3.0以上の準強粘結炭であることを特徴とする請求項1または2に記載のコークス。
4. タンブラー強度 TI_0 が83%以上であることを特徴とする請求の範囲第1項ないし第3項のいずれか1項に記載のコークス。
5. 直径が $1\text{ }\mu\text{m}$ 未満の気孔の含有率が6 vol%以上、直径が $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上の気孔の含有率が20 vol%以下の気孔径分布に制御することを特徴とする請求の範囲第1項ないし第4項のいずれか1項に記載のコークス。
6. 非溶融のイナータ成分の含有量が合計で30 vol%以上の中炭化度低流動性の準強粘結炭を60 wt%以上含有する配合炭をコークス炉に装入して乾留することにより、直径が $10\text{ }\mu\text{m}$ 未満の気孔の含有率が12~15 vol%、直径が $10\sim 100\text{ }\mu\text{m}$ の気孔の含有率が10~15 vol%の気孔径分布を有するコークスとすることを特徴とする高炉用高反応性高強度コークスの製造方法。
7. 平均反射率(R_o)が0.9~1.1で、最大流動度(MF)が3.0以下の中炭化度低流動性の準強粘結炭を60~95 wt%を含有し、残部は平均反射率(R_o)が1.1を越える粘結炭である配合炭を、コークス炉に装入して乾留することにより、直径が

10 μm 未満の気孔の含有率が12～15 vol%、直径が10～100 μm の気孔の含有率が10～15 vol%の気孔径分布を有するコークスとすることを特徴とする高炉用高反応性高強度コークスの製造方法。

8. 上記配合炭の残部成分として、平均反射率 (R_o) が1.3 以上の粘結炭および／または最大流動度 (MF) が3.0 以上の準強粘結炭を用いることを特徴とする請求の範囲第6項または第7項に記載の製造方法。

9. タンブラー強度 TI_o が83%以上であることを特徴とする請求の範囲第6項ないし第8項のいずれか1項に記載の製造方法。

10. 直径が1 μm 未満の気孔の容積含有率が6 vol%以上、直径が100 μm 以上の気孔の容積含有率が20 vol%以下の気孔分布に制御することを特徴とする請求の範囲第6項ないし第9項に記載の製造方法。



図 1

1/5

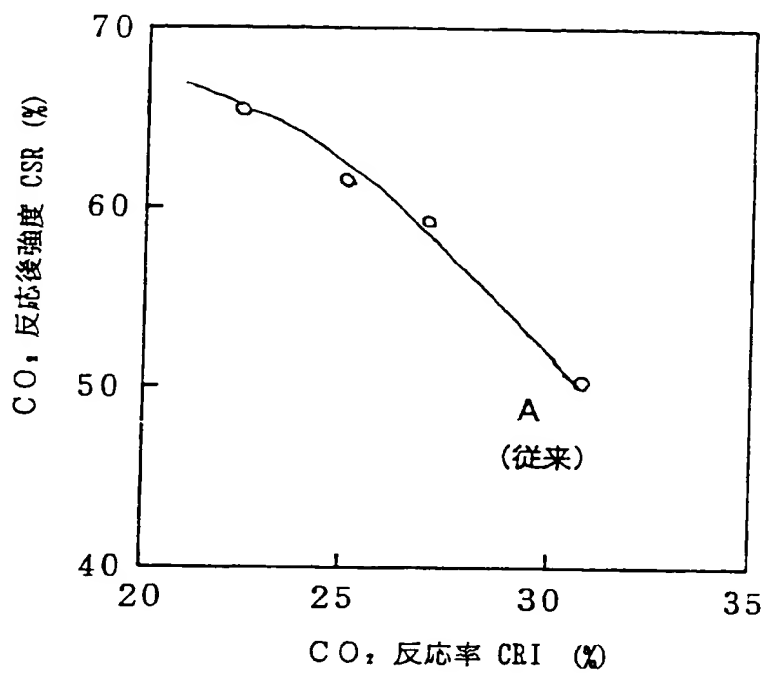
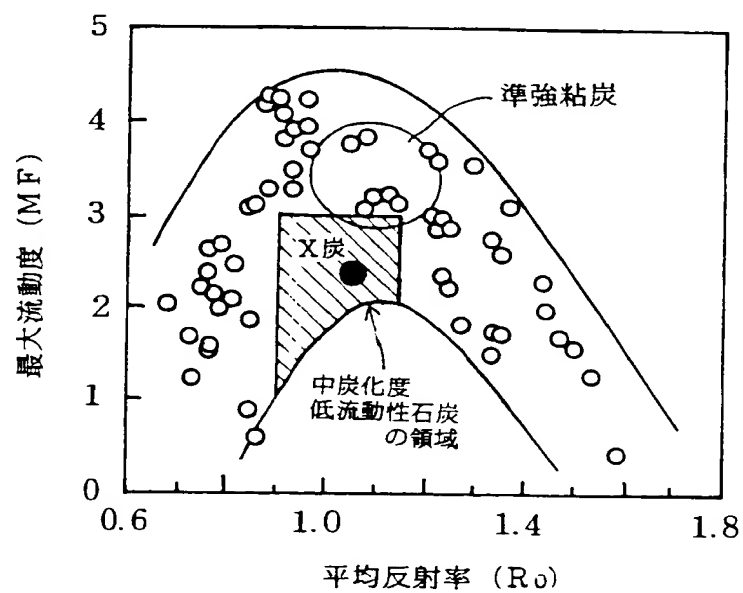


図 2



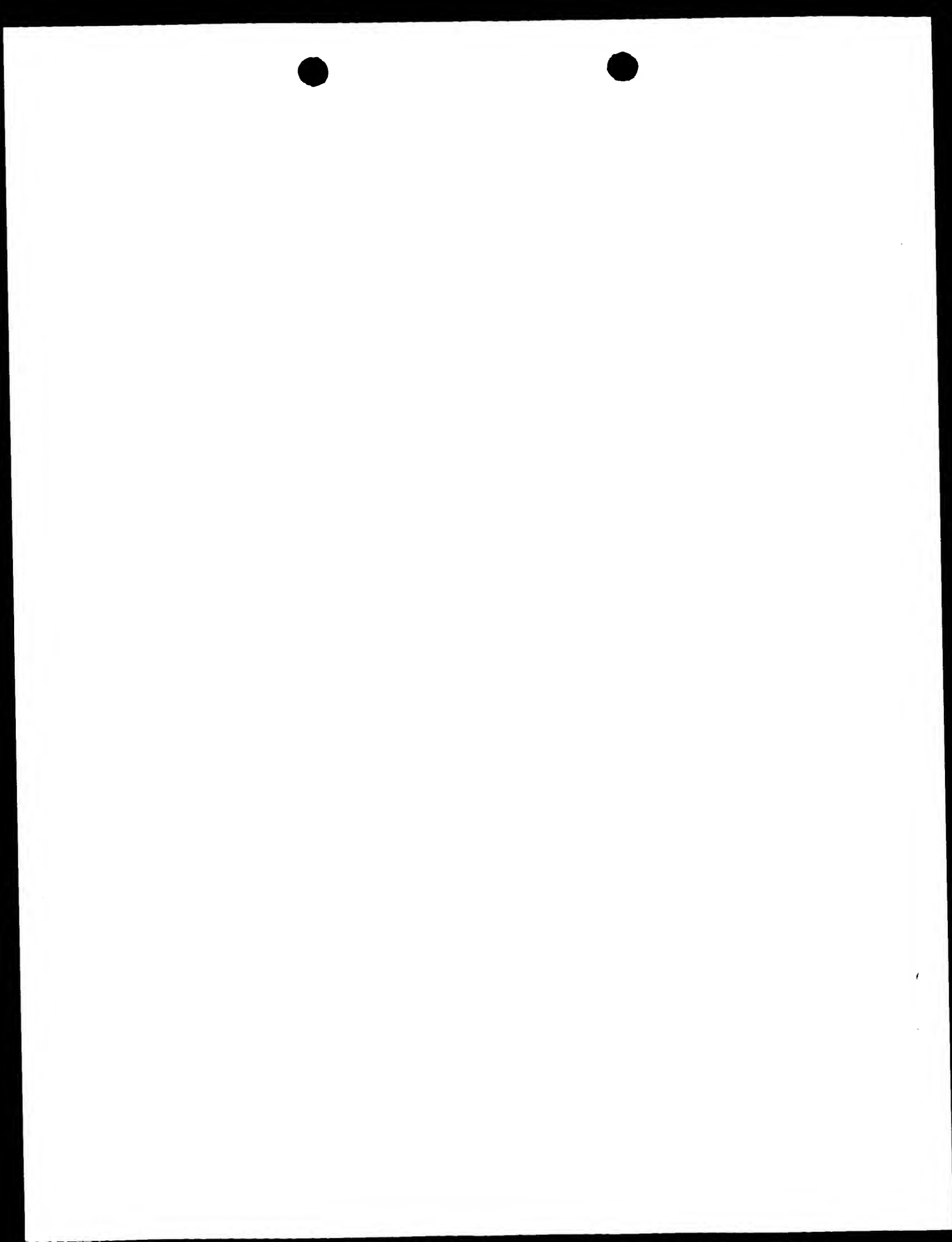
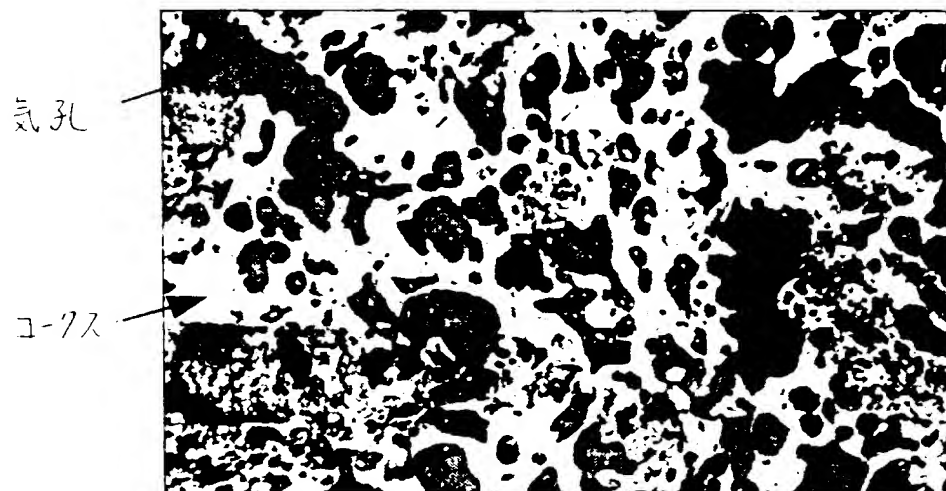
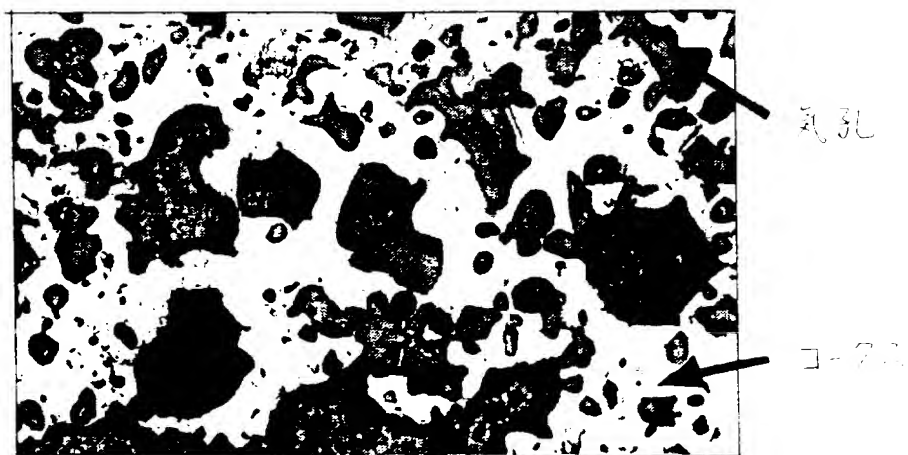


図 5 (1)



中炭化度低流動性石炭の単味コークス

(2)



通常コークス



3/5

図4

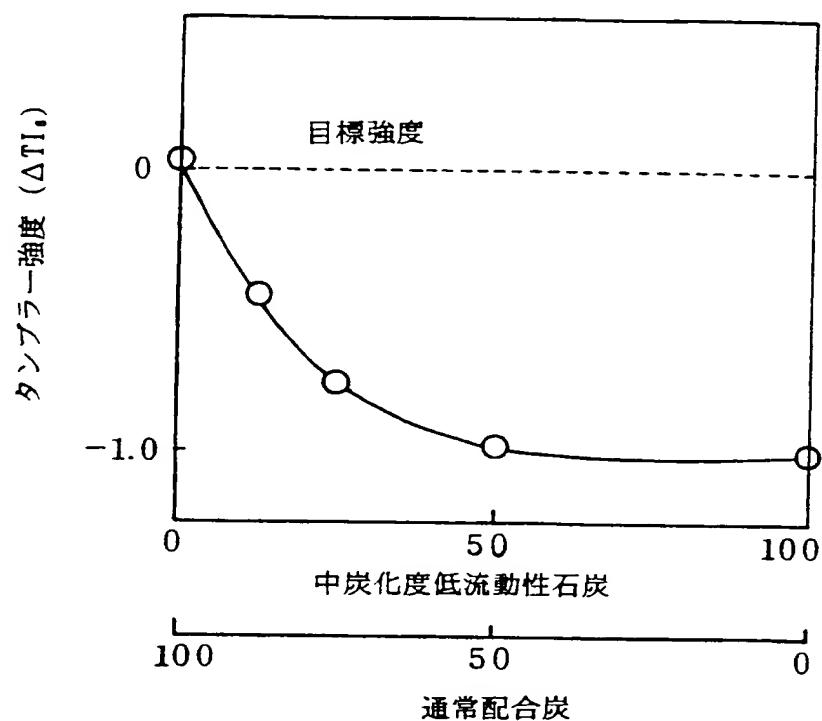


図5

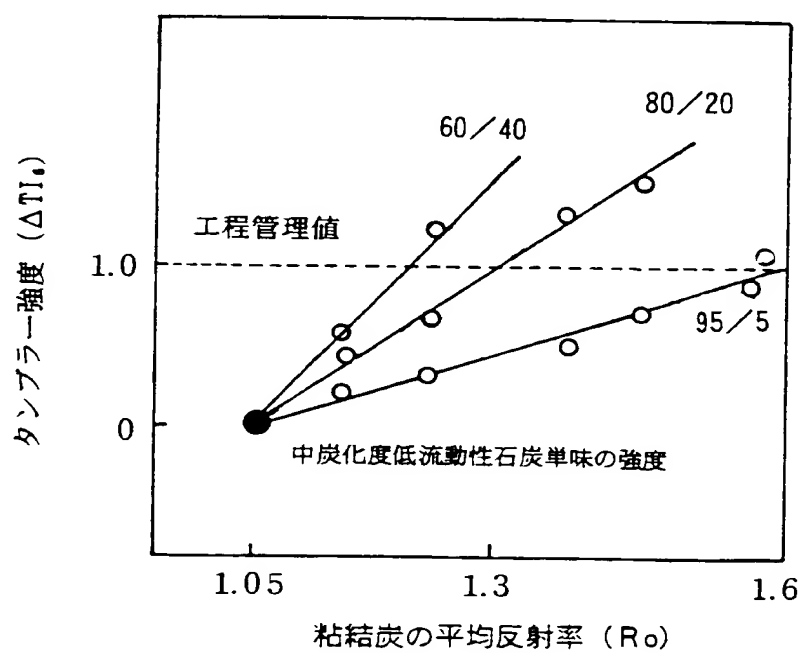




図 6

4/5

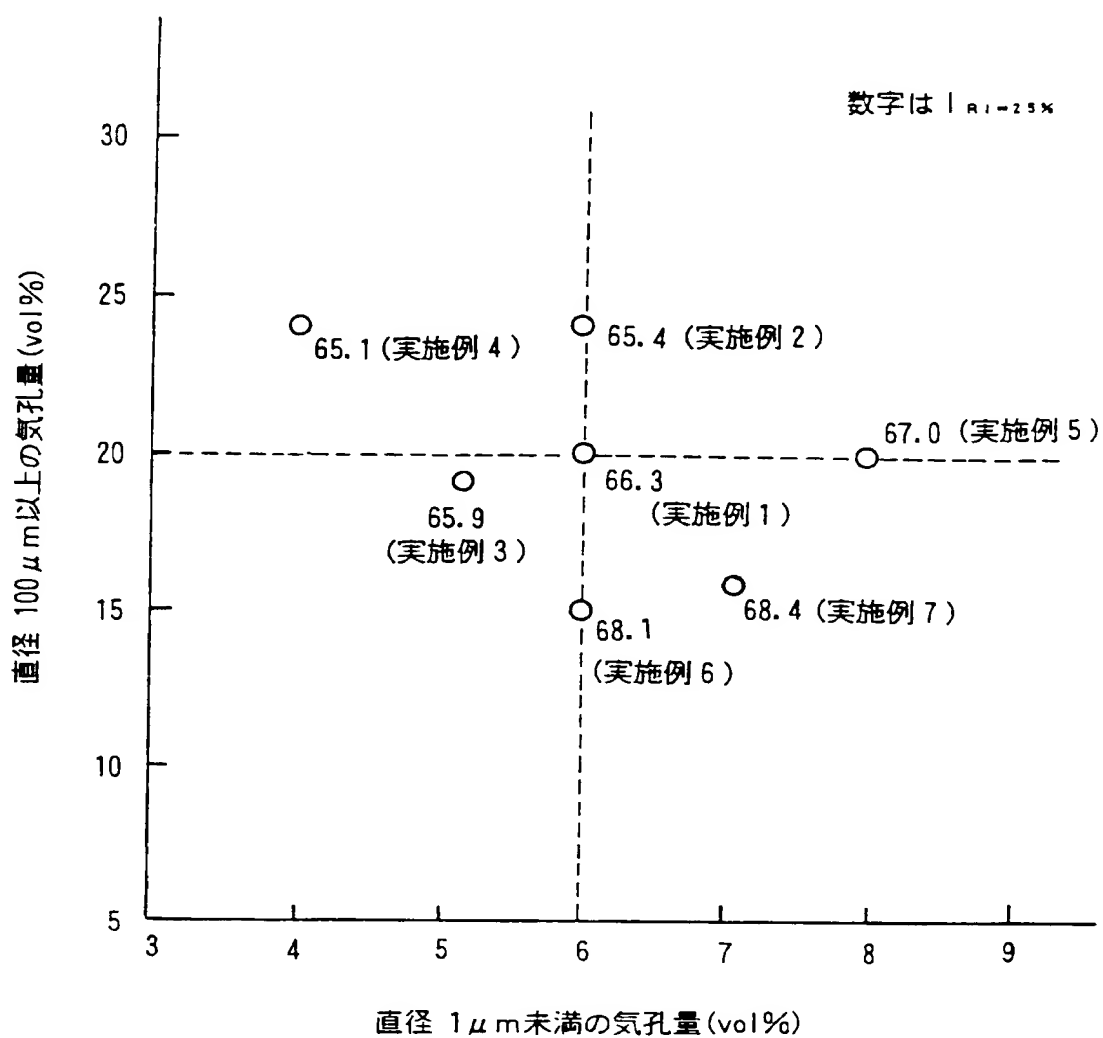
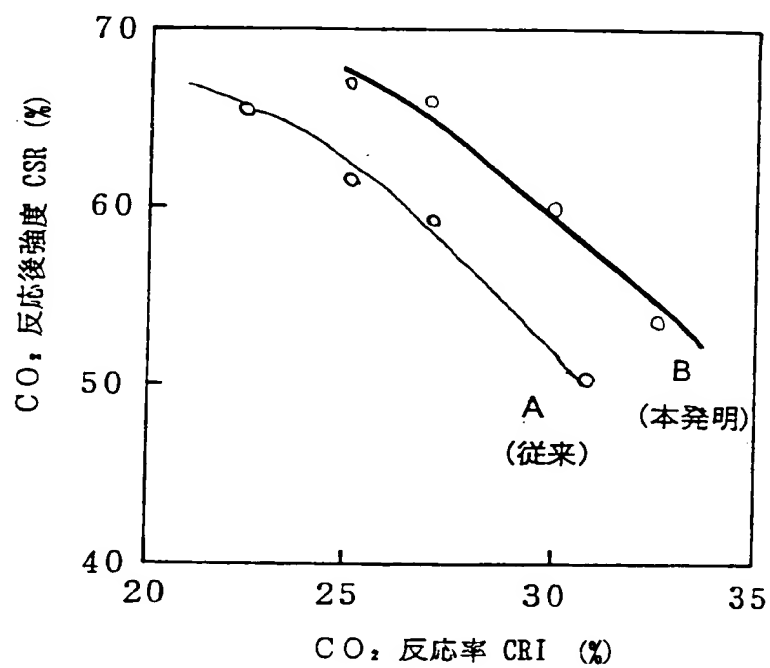




図 7





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07269

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl.⁷ C10B57/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.⁷ C10B57/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI/L (DIALOG)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 57-162778, A (Mitsubishi Kasei Kogyo K.K.), 06 October, 1982 (06.10.82), esp., Claims; Tables 1,2 (Family: none)	1,4,6,9
X	JP, 52-23106, A (Nippon Steel Corporation), 21 February, 1997 (21.02.97), esp., Claims; Tables 1-3 (Family: none)	1,4,6,9
X	JP, 54-117501, A (Nippon Steel Corporation), 12 September, 1979 (12.09.79), esp., Claims; Tables 2,3 (Family: none)	1,4,6,9
X	JP, 7-268349, A (Nippon Steel Corporation), 17 October, 1995 (17.10.95), Claims; Table 1 (Family: none)	1,4,6,9
A	JP, 9-255967, A (Nippon Steel Corporation), 30 September, 1997 (30.09.97), esp., page 3, right column, Table 2 (Family: none)	1-10
A	JP, 11-181441, A (NKK Corporation), 06 July, 1999 (06.07.99),	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 January, 2001 (18.01.01)Date of mailing of the international search report
30 January, 2001 (30.01.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07269

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	esp., Claims; Table 1 (Family: none)	
A	JP, 54-134702, A (Nippon Steel Corporation), 19 October, 1979 (19.10.79), esp., Claims (Family: none)	1-10
A	JP, 61-87788, A (NKK Corporation), 06 May, 1986 (06.05.86), esp., Claims (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. C10B57/04		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. C10B57/04		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
WPI/L (DIALOG)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 57-162778, A (三菱化成工業株式会社) 6. 10月. 1982 (06. 10. 82)、特に特許請求の範囲、表 1, 2 (ファミリーなし)	1, 4, 6, 9
X	JP, 52-23106, A (新日本製鐵株式会社) 21. 2月. 1977 (21. 02. 77)、特に特許請求の範囲、表 1 ~ 3 (ファミリーなし)	1, 4, 6, 9
X	JP, 54-117501, A (新日本製鐵株式会社) 12. 9月. 1979 (12. 09. 79)、特に特許請求の範囲、表 2, 3 (ファミリーなし)	1, 4, 6, 9
X	JP, 7-268349, A (新日本製鐵株式会社) 17. 10月. 1995 (17. 10. 95)、特許請求の範囲、表 1 (ファミリーなし)	1, 4, 6, 9
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	18. 01. 01	国際調査報告の発送日
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 渡辺 陽子 印	4 V 9 2 7 9
電話番号 03-3581-1101 内線 3483		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 9-255967, A (新日本製鐵株式会社) 30. 9月. 1997 (30. 09. 97) 、 特に第3頁右欄、表2 (ファミリーなし)	1 ~ 10
A	JP, 11-181441, A (日本鋼管株式会社) 6. 7月. 1999 (06. 07. 99)、特に 特許請求の範囲、表1 (ファミリーなし)	1 ~ 10
A	JP, 54-134702, A (新日本製鐵株式会社) 19. 10月. 1979 (19. 10. 79)、 特に特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1 ~ 10
A	JP, 61-87788, A (日本鋼管株式会社) 6. 5月. 1986 (06. 05. 86)、特に 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1 ~ 10

PCT

**NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES**

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

OCHIAI, Kenichiro
Kawasaki Steel Corporation, Tokyo
Head Office
Hibiya Kokusai Building
2-3, Uchisaiwaicho 2-chome
Chiyoda-ku
Tokyo 100-0011
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 26 April 2001 (26.04.01)		
Applicant's or agent's file reference 00F00039		IMPORTANT NOTICE
International application No. PCT/JP00/07269	International filing date (day/month/year) 19 October 2000 (19.10.00)	Priority date (day/month/year) 20 October 1999 (20.10.99)
Applicant KAWASAKI STEEL CORPORATION et al		

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:
AU, KR, US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:
BR, CA, CN, EP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 26 April 2001 (26.04.01) under No. WO 01/29151

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a **demand for international preliminary examination** must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the **national phase**, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer

J. Zahra

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Telephone No. (41-22) 338.83.38



PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

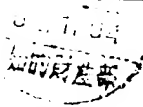
To:

OCHIAI, Kenichiro
Kawasaki Steel Corporation, Tokyo
Head Office
Hibiya Kokusai Building
2-3, Uchisaiwaicho 2-chome
Chiyoda-ku
Tokyo 100-0011
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 15 December 2000 (15.12.00)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 00F00039	
International application No. PCT/JP00/07269	International filing date (day/month/year) 19 October 2000 (19.10.00)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 20 October 1999 (20.10.99)
Applicant KAWASAKI STEEL CORPORATION et al	

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
13 Sept 2000 (13.09.00)	2000/278604	JP	08 Dece 2000 (08.12.00)

 <p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No. (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer</p> <p>Marc Salzman</p> <p>Telephone No. (41-22) 338.83.38</p>
---	--



PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

OCHIAI, Kenichiro
Kawasaki Steel Corporation, Tokyo
Head Office
Hibiya Kokusai Building
2-3, Uchisaiwaicho 2-chome
Chiyoda-ku
Tokyo 100-0011
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 21 December 2000 (21.12.00)	
Applicant's or agent's file reference 00F00039	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/JP00/07269	International filing date (day/month/year) 19 October 2000 (19.10.00)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 20 October 1999 (20.10.99)
Applicant KAWASAKI STEEL CORPORATION et al	

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, **the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c)** which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, **the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c)** which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
20 Octo 1999 (20.10.99)	11/298609	JP	15 Dece 2000 (15.12.00)
13 Sept 2000 (13.09.00)	2000/278604	JP	08 Dece 2000 (08.12.00)

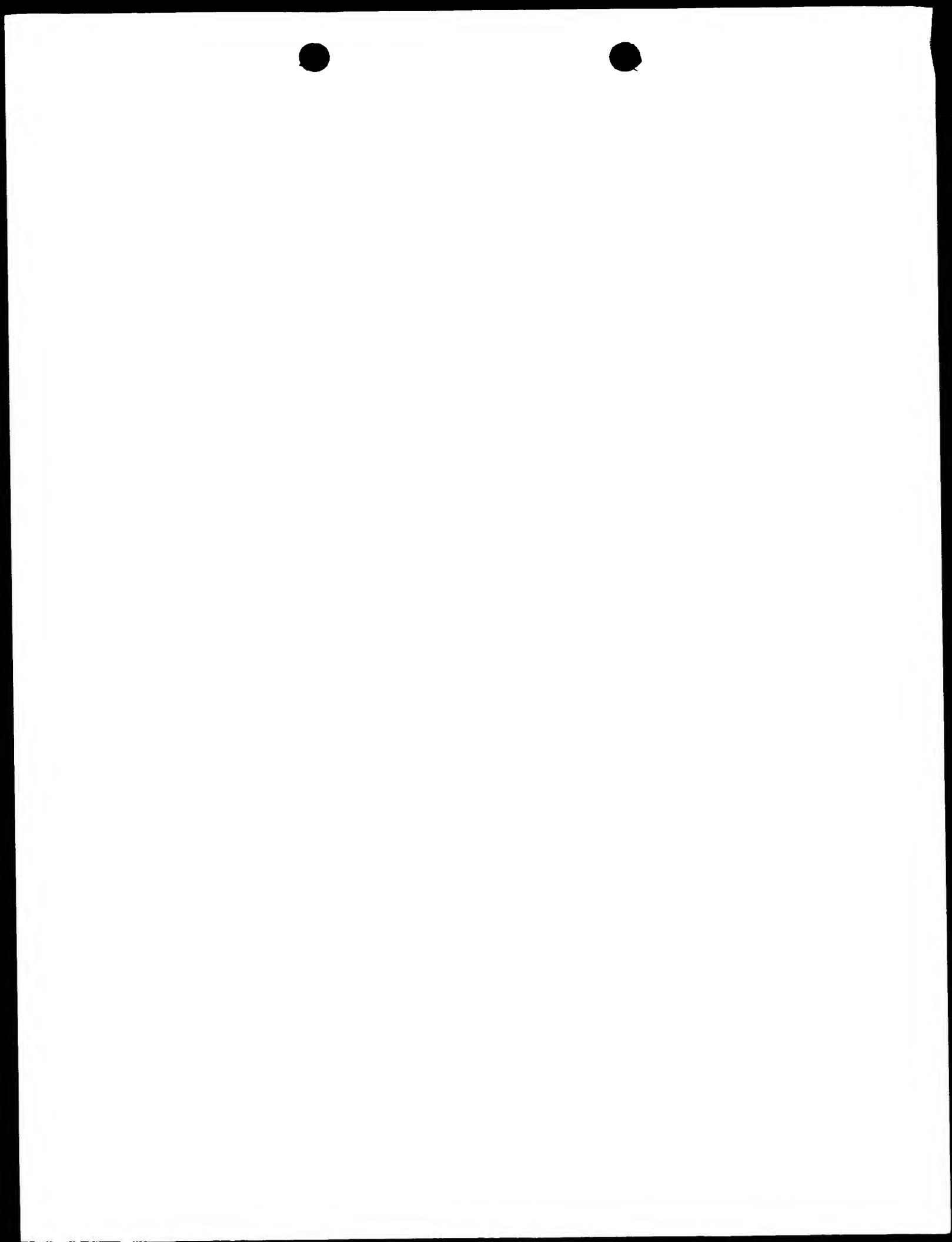
The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Somsak Thiphrakesone

Telephone No. (41-22) 338.83.38



PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF RECEIPT OF
RECORD COPY

(PCT Rule 24.2(a))

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

OCHIAI, Kenichiro
Kawasaki Steel Corporation, Tokyo
Head Office
Hibiya Kokusai Building
2-3, Uchisaiwaicho 2-chome
Chiyoda-ku
Tokyo 100-0011
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 15 November 2000 (15.11.00)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 00F00039	International application No. PCT/JP00/07269

The applicant is hereby notified that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

KAWASAKI STEEL CORPORATION (for all designated States except US)
HANAOKA, Koji et al (for US)

International filing date : 19 October 2000 (19.10.00)
Priority date(s) claimed : 20 October 1999 (20.10.99)
13 September 2000 (13.09.00)
Date of receipt of the record copy
by the International Bureau : 06 November 2000 (06.11.00)
List of designated Offices :

EP : AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE
National : AU,BR,CA,CN,KR,US


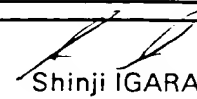
ATTENTION

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- ☒ time limits for entry into the national phase
- ☒ confirmation of precautionary designations
- ☒ requirements regarding priority documents

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

 <p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No. (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer: </p> <p>Shinji IGARASHI</p> <p>Telephone No. (41-22) 338.83.38</p>
---	--



INFORMATION ON TIME LIMITS FOR ENTERING THE NATIONAL PHASE

The applicant is reminded that the "national phase" must be entered before each of the designated Offices indicated in the Notification of Receipt of Record Copy (Form PCT/IB/301) by paying national fees and furnishing translations, as prescribed by the applicable national laws.

The time limit for performing these procedural acts is **20 MONTHS** from the priority date or, for those designated States which the applicant elects in a demand for international preliminary examination or in a later election, **30 MONTHS** from the priority date, provided that the election is made before the expiration of 19 months from the priority date. Some designated (or elected) Offices have fixed time limits which expire even later than 20 or 30 months from the priority date. In other Offices an extension of time or grace period, in some cases upon payment of an additional fee, is available.

In addition to these procedural acts, the applicant may also have to comply with other special requirements applicable in certain Offices. **It is the applicant's responsibility** to ensure that the necessary steps to enter the national phase are taken in a timely fashion. Most designated Offices do not issue reminders to applicants in connection with the entry into the national phase.

For detailed information about the procedural acts to be performed to enter the national phase before each designated Office, the applicable time limits and possible extensions of time or grace periods, and any other requirements, see the relevant Chapters of Volume II of the PCT Applicant's Guide. Information about the requirements for filing a demand for international preliminary examination is set out in Chapter IX of Volume I of the PCT Applicant's Guide.

GR and ES became bound by PCT Chapter II on 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, and may, therefore, be elected in a demand or a later election filed on or after 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, regardless of the filing date of the international application. (See second paragraph above.)

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

CONFIRMATION OF PRECAUTIONARY DESIGNATIONS

This notification lists only specific designations made under Rule 4.9(a) in the request. It is important to check that these designations are correct. Errors in designations can be corrected where precautionary designations have been made under Rule 4.9(b). The applicant is hereby reminded that any precautionary designations may be confirmed according to Rule 4.9(c) before the expiration of 15 months from the priority date. If it is not confirmed, it will automatically be regarded as withdrawn by the applicant. There will be no reminder and no invitation. Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying the designated State concerned (with an indication of the kind of protection or treatment desired) and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.

REQUIREMENTS REGARDING PRIORITY DOCUMENTS

For applicants who have not yet complied with the requirements regarding priority documents, the following is recalled.

Where the priority of an earlier national, regional or international application is claimed, the applicant must submit a copy of the said earlier application, certified by the authority with which it was filed ("the priority document") to the receiving Office (which will transmit it to the International Bureau) or directly to the International Bureau, before the expiration of 16 months from the priority date, provided that any such priority document may still be submitted to the International Bureau before that date of international publication of the international application, in which case that document will be considered to have been received by the International Bureau on the last day of the 16-month time limit (Rule 17.1(a)).

Where the priority document is issued by the receiving Office, the applicant may, instead of submitting the priority document, request the receiving Office to prepare and transmit the priority document to the International Bureau. Such request must be made before the expiration of the 16-month time limit and may be subjected by the receiving Office to the payment of a fee (Rule 17.1(b)).

If the priority document concerned is not submitted to the International Bureau or if the request to the receiving Office to prepare and transmit the priority document has not been made (and the corresponding fee, if any, paid) within the applicable time limit indicated under the preceding paragraphs, any designated State may disregard the priority claim, provided that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

Where several priorities are claimed, the priority date to be considered for the purposes of computing the 16-month time limit is the filing date of the earliest application whose priority is claimed.



PCT

REQUEST

The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty.

For receiving Office use only

International Application No.

International Filing Date

Name of receiving Office and "PCT International Application"

Applicant's or agent's file reference
(if desired) (12 characters maximum) 00F00039

Box No. I TITLE OF INVENTION

BLAST FURNACE COKE HAVING HIGH REACTIVITY AND HIGH STRENGTH AND METHOD OF PRODUCING THE SAME

Box No. II APPLICANT

☐ This person is also inventor

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence (if no State of residence is indicated below.)

KAWASAKI STEEL CORPORATION

1 - 28, Kitahonmachi - dori 1-chome, Chuo - ku,

Kobe - shi, Hyogo 651 - 0075 Japan

Telephone No.

81 - 3 - 3597 - 4602

Facsimile No.

81 - 3 - 3597 - 3445

Teleprinter No.

Applicant's registration No. with the Office

State (that is, country) of nationality:

Japan

State (that is, country) of residence:

Japan

This person is applicant for the purposes of:

☐ all designated States☒ all designated States except the United States of America☐ the United States of America only☐ the States indicated in the Supplemental Box

Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence (if no State of residence is indicated below.)

HANAOKA Koji
c/o Technical Research Laboratories,
Kawasaki Steel Corporation, Kawasakidori 1-chome,
Mizushima, Kurashiki-shi, Okayama 712-8074
Japan

This person is:

☐ applicant only☒ applicant and inventor☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

Applicant's registration No. with the Office

State (that is, country) of nationality:

Japan

State (that is, country) of residence:

Japan

This person is applicant for the purposes of:

☐ all designated States☐ all designated States except the United States of America☒ the United States of America only☐ the States indicated in the Supplemental Box☐ Further applicants and/or (further) inventors are indicated on a continuation sheet.

Box No. IV AGENT OR COMMON REPRESENTATIVE; OR ADDRESS FOR CORRESPONDENCE

The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:

☒ agent☐ common representative

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country.)

10596 Patent Attorney Ochiai Kenichiro

c/o Tokyo Head Office, Kawasaki Steel Corporation,
Hibiya Kokusai Bldg., 2 - 3 Uchisaiwaicho 2-chome,
Chiyoda-ku Tokyo 100-0011 Japan

Telephone No.

81 - 3 - 3597 - 4602

Facsimile No.

81 - 3 - 3597 - 3445

Teleprinter No.

Agent's registration No. with the Office

☐ Address for correspondence: Mark this check-box where no agent or common representative is/has been appointed and the space above is used instead to indicate a special address to which correspondence should be sent.



Continuation of Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)

If none of the following sub-boxes is used, this sheet should not be included in the request.

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

SAKAMOTO Seiji
c/o Technical Research Laboratories,
Kawasaki Steel Corporation, Kawasakidori 1-chome,
Mizushima, Kurashiki-shi, Okayama 712-8074
Japan

This person is:

- ☐ applicant only
☒ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

Applicant's registration No. with the Office

State (that is, country) of nationality:

Japan

State (that is, country) of residence:

Japan

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

IGAWA Katsutoshi
c/o Technical Research Laboratories,
Kawasaki Steel Corporation, Kawasakidori 1-chome,
Mizushima, Kurashiki-shi, Okayama 712-8074
Japan

This person is:

- ☐ applicant only
☒ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

Applicant's registration No. with the Office

State (that is, country) of nationality:

Japan

State (that is, country) of residence:

Japan

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

YAMAUCHI Yutaka
c/o Mizushima Works,,
Kawasaki Steel Corporation, Kawasakidori 1-chome,
Mizushima, Kurashiki-shi, Okayama 712-8074
Japan

This person is:

- ☐ applicant only
☒ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

Applicant's registration No. with the Office

State (that is, country) of nationality:

Japan

State (that is, country) of residence:

Japan

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

KASAOKA Shizuki
c/o Mizushima Works,,
Kawasaki Steel Corporation, Kawasakidori 1-chome,
Mizushima, Kurashiki-shi, Okayama 712-8074
Japan

This person is:

- ☐ applicant only
☒ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

Applicant's registration No. with the Office

State (that is, country) of nationality:

Japan

State (that is, country) of residence:

Japan

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

☒ Further applicants and/or (further) inventors are indicated on another continuation sheet.



Continuation of Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)

If none of the following sub-boxes is used, this sheet should not be included in the request.

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

SAWADA Toshiro
c/o Mizushima Works,,
Kawasaki Steel Corporation, Kawasakidori 1-chome,
Mizushima, Kurashiki-shi, Okayama 712-8074
Japan

This person is:

- ☐ applicant only
☒ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

Applicant's registration No. with the Office

State (that is, country) of nationality:

Japan

State (that is, country) of residence:

Japan

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

SHINOHARA Koichi
c/o Mizushima Works,,
Kawasaki Steel Corporation, Kawasakidori 1-chome,
Mizushima, Kurashiki-shi, Okayama 712-8074
Japan

This person is:

- ☐ applicant only
☒ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

Applicant's registration No. with the Office

State (that is, country) of nationality:

Japan

State (that is, country) of residence:

Japan

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

TSUKIHARA Yuji
c/o Mizushima Works,,
Kawasaki Steel Corporation, Kawasakidori 1-chome,
Mizushima, Kurashiki-shi, Okayama 712-8074
Japan

This person is:

- ☐ applicant only
☒ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

Applicant's registration No. with the Office

State (that is, country) of nationality:

Japan

State (that is, country) of residence:

Japan

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

BABA Shinjiro
c/o Mizushima Works,,
Kawasaki Steel Corporation, Kawasakidori 1-chome,
Mizushima, Kurashiki-shi, Okayama 712-8074
Japan

This person is:

- ☐ applicant only
☒ applicant and inventor
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

Applicant's registration No. with the Office

State (that is, country) of nationality:

Japan

State (that is, country) of residence:

Japan

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

☐ Further applicants and/or (further) inventors are indicated on another continuation sheet.



Box No. IX CHECK LIST; LANGUAGE OF FILING

This international application contains:

- (a) the following number of sheets in paper form:
- | | |
|---|------|
| request (including declaration sheets) | : 8 |
| description (excluding sequence listing part) | : 15 |
| claims | : 2 |
| abstract | : 1 |
| drawings | : 5 |

Sub-total number of sheets : 31

sequence listing part of description (actual number of sheets if filed in paper form, whether or not also filed in computer readable form; see (b) below) :

Total number of sheets :

(b) sequence listing part of description filed in computer readable form

(i) ☐ only (under Section 801(a)(i))

(ii) ☐ in addition to being filed in paper form (under Section 801(a)(ii))

Type and number of carriers (diskette, CD-ROM, CD-R or other) on which the sequence listing part is contained (additional copies to be indicated under item 9(ii), in right column):

This international application is accompanied by the following item(s) (mark the applicable check-boxes below and indicate in right column the number of each item):

- | | | |
|---|---|-----------------|
| 1. <input checked="" type="checkbox"/> fee calculation sheet | : | Number of items |
| 2. <input checked="" type="checkbox"/> original separate power of attorney | : | |
| 3. <input type="checkbox"/> original general power of attorney | : | |
| 4. <input type="checkbox"/> copy of general power of attorney; reference number, if any: | : | |
| 5. <input type="checkbox"/> statement explaining lack of signature | : | |
| 6. <input type="checkbox"/> priority document(s) identified in Box No. VI as item(s): | : | |
| 7. <input type="checkbox"/> translation of international application into (language): | : | |
| 8. <input type="checkbox"/> separate indications concerning deposited microorganism or other biological material | : | |
| 9. <input type="checkbox"/> sequence listing in computer readable form (indicate also type and number of carriers (diskette, CD-ROM, CD-R or other)) | : | |
| (i) <input type="checkbox"/> copy submitted for the purposes of international search under Rule 13ter only (and not as part of the international application) | : | |
| (ii) <input type="checkbox"/> (only where check-box (b)(i) or (b)(ii) is marked in left column) additional copies including, where applicable, the copy for the purposes of international search under Rule 13ter | : | |
| (iii) <input type="checkbox"/> together with relevant statement as to the identity of the copy or copies with the sequence listing part mentioned in left column | : | |
| 10. <input checked="" type="checkbox"/> other (specify): Request for transmittal of Priority document | : | |

Figure of the drawings which should accompany the abstract: Fig. 7

Language of filing of the international application: Japanese

Box No. X SIGNATURE OF APPLICANT, AGENT OR COMMON REPRESENTATIVE

Next to each signature, indicate the name of the person signing and the capacity in which the person signs (if such capacity is not obvious from reading the request).

OCHIAI Kenichiro

For receiving Office use only

1. Date of actual receipt of the purported international application:	2. Drawings: <input type="checkbox"/> received: <input type="checkbox"/> not received:
3. Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application:	
4. Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2):	
5. International Searching Authority (if two or more are competent): ISA / J P	6. <input type="checkbox"/> Transmittal of search copy delayed until search fee is paid

For International Bureau use only

Date of receipt of the record copy by the International Bureau:



Box No.V DESIGNATION OF STATES

Mark the applicable check-boxes below; at least one must be marked.

The following designations are hereby made under Rule 4.9(a):

Regional Patent

- ☐ AP ARIPO Patent: GH Ghana, GM Gambia, KE Kenya, LS Lesotho, MW Malawi, MZ Mozambique, SD Sudan, SL Sierra Leone, SZ Swaziland, TZ United Republic of Tanzania, UG Uganda, ZW Zimbabwe, and any other State which is a Contracting State of the Harare Protocol and of the PCT
- ☐ EA Eurasian Patent: AM Armenia, AZ Azerbaijan, BY Belarus, KG Kyrgyzstan, KZ Kazakhstan, MD Republic of Moldova, RU Russian Federation, TJ Tajikistan, TM Turkmenistan, and any other State which is a Contracting State of the Eurasian Patent Convention and of the PCT
- ☒ EP European Patent: AT Austria, BE Belgium, CH & LI Switzerland and Liechtenstein, CY Cyprus, DE Germany, DK Denmark, ES Spain, FI Finland, FR France, GB United Kingdom, GR Greece, IE Ireland, IT Italy, LU Luxembourg, MC Monaco, NL Netherlands, PT Portugal, SE Sweden, TR Turkey, and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT
- ☐ OA OAPI Patent: BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Central African Republic, CG Congo, CI Côte d'Ivoire, CM Cameroon, GA Gabon, GN Guinea, GW Guinea-Bissau, ML Mali, MR Mauritania, NE Niger, SN Senegal, TD Chad, TG Togo, and any other State which is a member State of OAPI and a Contracting State of the PCT (if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line)

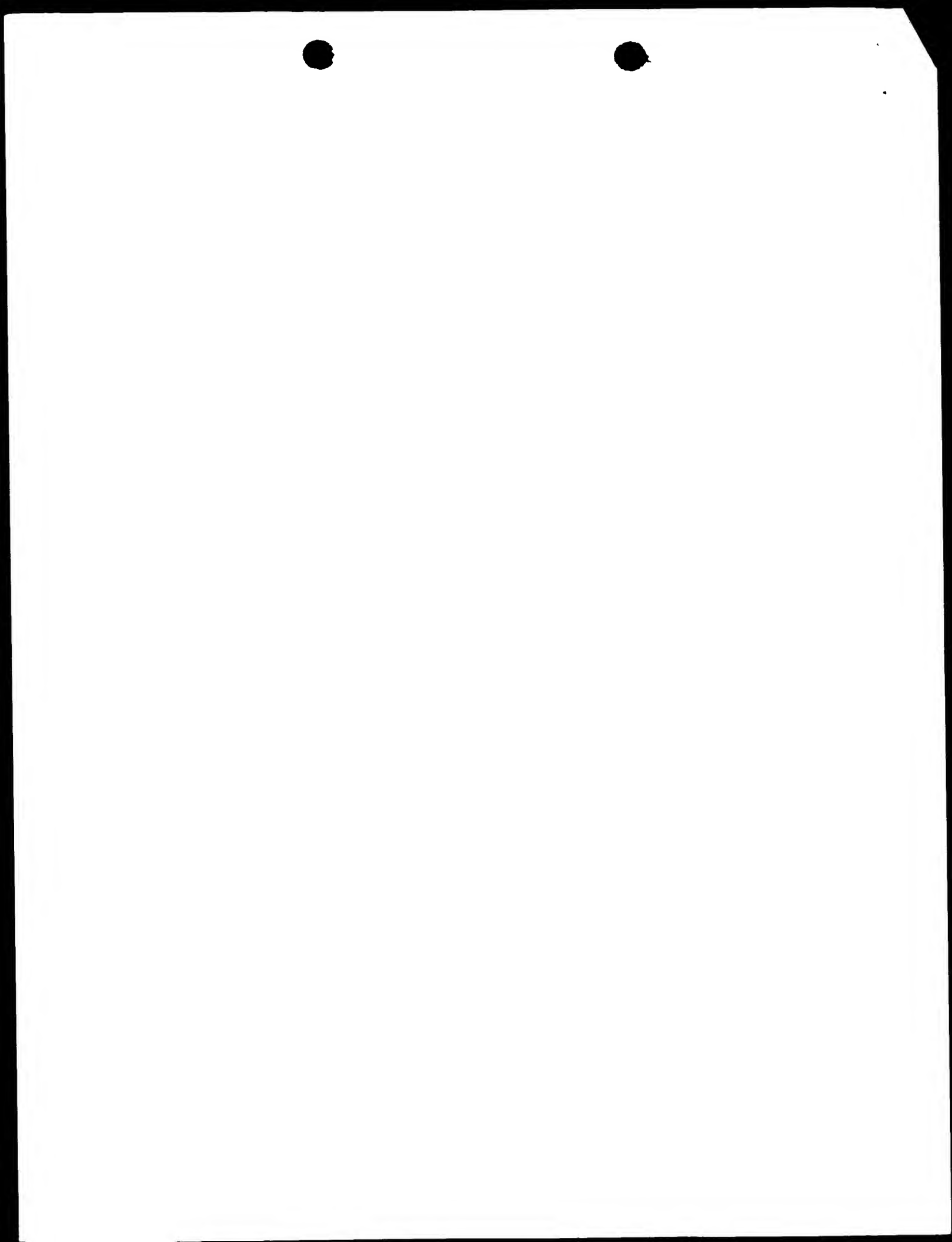
National Patent (if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line):

- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> AE United Arab Emirates | <input type="checkbox"/> GE Georgia | <input type="checkbox"/> MW Malawi |
| <input type="checkbox"/> AG Antigua and Barbuda | <input type="checkbox"/> GH Ghana | <input type="checkbox"/> MX Mexico |
| <input type="checkbox"/> AL Albania | <input type="checkbox"/> GM Gambia | <input type="checkbox"/> MZ Mozambique |
| <input type="checkbox"/> AM Armenia | <input type="checkbox"/> HR Croatia | <input type="checkbox"/> NO Norway |
| <input type="checkbox"/> AT Austria | <input type="checkbox"/> HU Hungary | <input type="checkbox"/> NZ New Zealand |
| <input checked="" type="checkbox"/> AU Australia | <input type="checkbox"/> ID Indonesia | <input type="checkbox"/> PL Poland |
| <input type="checkbox"/> AZ Azerbaijan | <input type="checkbox"/> IL Israel | <input type="checkbox"/> PT Portugal |
| <input type="checkbox"/> BA Bosnia and Herzegovina | <input type="checkbox"/> IN India | <input type="checkbox"/> RO Romania |
| | <input type="checkbox"/> IS Iceland | <input type="checkbox"/> RU Russian Federation |
| <input type="checkbox"/> BB Barbados | <input type="checkbox"/> JP Japan | |
| <input type="checkbox"/> BG Bulgaria | <input type="checkbox"/> KE Kenya | <input type="checkbox"/> SD Sudan |
| <input checked="" type="checkbox"/> BR Brazil | <input type="checkbox"/> KG Kyrgyzstan | <input type="checkbox"/> SE Sweden |
| <input type="checkbox"/> BY Belarus | <input type="checkbox"/> KP Democratic People's Republic of Korea | <input type="checkbox"/> SG Singapore |
| <input type="checkbox"/> BZ Belize | <input checked="" type="checkbox"/> KR Republic of Korea | <input type="checkbox"/> SI Slovenia |
| <input checked="" type="checkbox"/> CA Canada | <input type="checkbox"/> KZ Kazakhstan | <input type="checkbox"/> SK Slovakia |
| <input type="checkbox"/> CH & LI Switzerland and Liechtenstein | <input type="checkbox"/> LC Saint Lucia | <input type="checkbox"/> SL Sierra Leone |
| <input checked="" type="checkbox"/> CN China | <input type="checkbox"/> LK Sri Lanka | <input type="checkbox"/> TJ Tajikistan |
| <input type="checkbox"/> CO Colombia | <input type="checkbox"/> LR Liberia | <input type="checkbox"/> TM Turkmenistan |
| <input type="checkbox"/> CR Costa Rica | <input type="checkbox"/> LS Lesotho | <input type="checkbox"/> TR Turkey |
| <input type="checkbox"/> CU Cuba | <input type="checkbox"/> LT Lithuania | <input type="checkbox"/> TT Trinidad and Tobago |
| <input type="checkbox"/> CZ Czech Republic | <input type="checkbox"/> LU Luxembourg | <input type="checkbox"/> TZ United Republic of Tanzania |
| <input type="checkbox"/> DE Germany | <input type="checkbox"/> LV Latvia | <input type="checkbox"/> UA Ukraine |
| <input type="checkbox"/> DK Denmark | <input type="checkbox"/> MA Morocco | <input type="checkbox"/> UG Uganda |
| <input type="checkbox"/> DM Dominica | <input type="checkbox"/> MD Republic of Moldova | <input checked="" type="checkbox"/> US United States of America |
| <input type="checkbox"/> DZ Algeria | | |
| <input type="checkbox"/> EE Estonia | <input type="checkbox"/> MG Madagascar | <input type="checkbox"/> UZ Uzbekistan |
| <input type="checkbox"/> ES Spain | <input type="checkbox"/> MK The former Yugoslav Republic of Macedonia | <input type="checkbox"/> VN Viet Nam |
| <input type="checkbox"/> FI Finland | <input type="checkbox"/> MN Mongolia | <input type="checkbox"/> YU Yugoslavia |
| <input type="checkbox"/> GB United Kingdom | | <input type="checkbox"/> ZA South Africa |
| <input type="checkbox"/> GD Grenada | | <input type="checkbox"/> ZW Zimbabwe |

Check-boxes below reserved for designating States which have become party to the PCT after issuance of this sheet:

- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Precautionary Designation Statement: In addition to the designations made above, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all other designations which would be permitted under the PCT except any designation(s) indicated in the Supplemental Box as being excluded from the scope of this statement. The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit. (Confirmation (including fees) must reach the receiving Office within the 15-month time limit.)



Box No. VI PRIORITY CLAIM

The priority of the following earlier application(s) is hereby claimed:

Filing date of earlier application (day/month/year)	Number of earlier application	Where earlier application is:		
		national application: country	regional application:* regional Office	international application: receiving Office
item (1) 11 - 298609	Patent Application 20.10.99	Japan		
item (2) 2000 - 278604	Patent Application 13.09.00	Japan		
item (3)				
item (4)				
item (5)				

☐ Further priority claims are indicated in the Supplemental Box.

The receiving Office is requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) (only if the earlier application was filed with the Office which for the purposes of this international application is the receiving Office) identified above as:

☒ all items ☐ item (1) ☐ item (2) ☐ item (3) ☐ item (4) ☐ item (5) ☐ other, see Supplemental Box

* Where the earlier application is an ARIPO application, indicate at least one country party to the Paris Convention for the Protection of Industrial Property or one Member of the World Trade Organization for which that earlier application was filed (Rule 4.10(b)(ii)):

Box No. VII INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

Choice of International Searching Authority (ISA) (if two or more International Searching Authorities are competent to carry out the international search, indicate the Authority chosen; the two-letter code may be used):

ISA / J P

Request to use results of earlier search; reference to that search (if an earlier search has been carried out by or requested from the International Searching Authority):

Date (day/month/year)

Number

Country (or regional Office)

Box No. VIII DECLARATIONS

The following declarations are contained in Boxes Nos. VIII (i) to (v) (mark the applicable check-boxes below and indicate in the right column the number of each type of declaration):

Number of
declarations

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Box No. VIII (i) | Declaration as to the identity of the inventor | : |
| <input type="checkbox"/> Box No. VIII (ii) | Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to apply for and be granted a patent | : |
| <input type="checkbox"/> Box No. VIII (iii) | Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to claim the priority of the earlier application | : |
| <input type="checkbox"/> Box No. VIII (iv) | Declaration of inventorship (only for the purposes of the designation of the United States of America) | : |
| <input type="checkbox"/> Box No. VIII (v) | Declaration as to non-prejudicial disclosures or exceptions to lack of novelty | : |

